

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

Documentos

ISSN 0103 - 0205
Dezembro - 2008

203

Tecnologias Utilizadas no Cultivo do Gergelim Mecanizado



Embrapa



ISSN 0103-0205
Dezembro 2008

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Algodão

Documentos 203

Tecnologias Utilizadas no Cultivo do Gergelim Mecanizado

Vicente de Paula Queiroga
Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva

Campina Grande, PB.
2008

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

Embrapa Algodão

Rua Osvaldo Cruz, 1143 – Centenário
Caixa Postal 174
CEP 58107-720 - Campina Grande, PB
Telefone: (83) 3315-4300
Fax: (83) 3315-4367
sac@cnpa.embrapa.br
<http://www.cnpa.embrapa.br>

Comitê de Publicações

Presidente: Carlos Alberto Domingues da Silva

Secretário: Valter Freire de Castro

Membros: Fábio Aquino de Albuquerque

Giovani Greigh de Brito

João Luiz da Silva Filho

Maira Milani

Maria da Conceição Santana Carvalho

Nair Helena Castro Arriel

Valdinei Sofiatti

Wilton Macedo Coutinho

Supervisor Editorial: Valter Freire de Castro

Revisão de Texto: Maria José da Silva e Luz

Tratamento das Ilustrações: Geraldo Fernandes de Sousa Filho

Capa: Flávio Tórres de Moura/Sérgio Cobel da Silva

Editoração Eletrônica: Geraldo Fernandes de Sousa Filho

1ª Edição

1ª impressão (2008) 1.000 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610)

EMBRAPA ALGODÃO (Campina Grande, PB)

Tecnologias Utilizadas no Cultivo do Gergelim Mecanizado, por Vicente de Paula Queiroga e Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva. Campina Grande, 2008.

140p. (Embrapa Algodão. Documentos, 203)

1. *Sesamum indicum*. 2. Variedade. 3. Clima. 4. Solo. 5. Adubação. 6. Plantio. 7. Herbicida. 8. Doença. 9. Praga. 10. Colheita. 11. Mecanização. 12. Armazenamento. 13. Produto. I. Queiroga, V. de P. II. Silva, O.R.R.F. da III. Título. IV. Série.

CDD:633.85

© Embrapa 2008

Autores

Vicente de Paula Queiroga

Eng. agrôn. Pós-D.Sc. da Embrapa Algodão, Rua Osvaldo Cruz, 1143,
Centenário, CEP 58107-720, Campina Grande, PB,
E-mail: queiroga@cnpa.embrapa.br

Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva

Eng. agric. Dr. da Embrapa Algodão
E-mail: odilon@cnpa.embrapa.br

Apresentação

O gergelim (*Sesamum indicum* L.) é uma das primeiras espécies domesticadas pelo homem, sendo na atualidade uma das dez principais oleaginosas do mundo, ocupando área plantada superior a oito milhões de hectares e produz um dos melhores óleos para a alimentação humana, tendo na sua constituição substâncias anti-oxidantes como as sesamina e sesamolina e cerca de 40% de seus ácidos-graxas é o oléico, moninsaturado, sendo assim um óleo recomendado para alimentação do homem, além de ser medicinal. A torta ou farelo do gergelim, tem excelente composição de aminoácidos importantes, tais como metionina, cistina, arginina e leucina, e pode se constituir em uma excelente fonte de proteínas. O gergelim é uma planta de fácil cultivo, e no caso do Brasil, de ciclo rápido, entre 90 a 130 dias. As informações apresentadas neste documento demonstram que já existem conhecimentos e tecnologias sobre o agronegócio do gergelim, que possibilitarão a sua promoção como uma cultura de grande perspectiva econômica, especialmente para o Semi-Árido do Nordeste e como “cultura de safrinha” nas condições do Cerrado. A simples introdução da segadora-atadora no Brasil para realizar o corte das plantas deiscuentes no ponto de colheita (rendimento de 2 ha/h) poderá incrementar significativamente a área plantada de tal lavoura, sem a necessidade de mudança das cultivares em uso. Havendo expansão significativa da sua área plantada no Brasil, a verticalização da produção do gergelim irá depender das modificações nos costumes culturais e sociais da população, pois o mercado nacional é limitado e por este motivo não valoriza tanto a qualidade do gergelim como o mercado internacional. Atualmente, mais de 60% do consumo de gergelim no Brasil é importado. Um rendimento médio maior no campo contribuiria para que o preço baixasse, tornando o produto mais acessível às classes populares, pois, no presente momento, o consumo de gergelim se restringe às classes mais favorecidas do País. Além disso, deverá melhorar o marketing sobre os benefícios à saúde humana proporcionados pelas propriedades químicas naturais existentes nessa espécie.

Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão
Chefe Geral da Embrapa Algodão

Sumário

Tecnologias Utilizadas no Cultivo do Gergelim Mecanizado	11
1. Introdução	11
2. Importância do Gergelim	14
3. Tecnologias de Produção e Mecanização do Gergelim	17
3.1 Planta com frutos por axila	17
3.2 Plantas ramificadas e não ramificadas	18
3.3 Cultivares	20
3.4 Fenômeno da pleiotropia	27
3.5 Clima e solos	28
3.6 Preparo de solo	30
3.7 Processo de encapsuladação de sementes	36
3.8 Espaçamento e época de semeadura	41
3.9 Adubação e calagem	42
3.10 Sistemas de plantio	43
3.11 Herbicida	47
3.12 Irrigação	49
3.13 Controle de doenças	52
3.14 Controle de pragas	58
3.15 Formação de quebra-ventos com plantas de neem e preparação de bioinseticida.....	65
3.16 Ponto de colheita	70
3.17 Colheita: época do corte das plantas	72
3.18 Vantagens do corte mecânico	75
3.19 Colheita mecanizada do gergelim na Venezuela	80
3.20 Colheita mecanizada do gergelim na Austrália	91

3.21 Colheita mecanizada do gergelim nos USA	92
3.22 Armazenamento	101
4. Elaboração de Produtos Industrializados	105
5. Resumo da Cadeia Produtiva do Gergelim	123
6. Coeficiente Técnico	128
7. Referência Bibliográfica	130

Tecnologias Utilizadas no Cultivo do Gergelim Mecanizado

Vicente de Paula Queiroga
Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva

1. Introdução

O gergelim (*Sesamum indicum* L.), da família Pedaliácea, é a mais antiga oleaginosa conhecida. Essa espécie, de distribuição tropical e subtropical, é tolerante à seca e sua produção é proveniente de pequenos e médios agricultores, exercendo, portanto, uma apreciável função social no meio rural.

Os grãos de gergelim - fonte de óleo comestível de excelente qualidade, grande estabilidade e resistente à rancificação - são também utilizados na confecção de massas, doces, tortas, tintas, sabões, cosméticos e remédios (GODOY et al., 1985; SAVY FILHO et al., 1988; RAM et al., 1990; SAVY FILHO et al., 1998). Os grãos inteiros, apenas descascados (despeliculados) e polidos, são, atualmente, muito utilizados como confeito, no pão de hambúrguer e em outros produtos da panificação. A diversificação do uso e o aumento do consumo acarretaram uma significativa demanda por melhores informações sobre o seu cultivo, visando o aumento da produção e à redução das importações.

As exportações mundiais de gergelim foram, durante o período 1990-2001, lideradas pela Índia, pelo Sudão e pela China, países que no ano 2001 contribuíram com 62% do total do mercado. Já os principais importadores mundiais de gergelim são Japão, Egito, Coréia, UE, USA e China, que representam cerca de 70% das importações mundiais. As estimativas indicam que a demanda mundial terá um incremento anual entre 6 e 8%, até o ano 2012. Também se estima que a demanda exceda os volumes de produção nos próximos 5 anos (IICA, 2004).

Atualmente, o mercado de gergelim encontra-se em plena ascensão, devido ao aumento da quantidade de produtos industrializáveis para o consumo, que tem crescido em torno de 15% ao ano, gerando demanda do produto in natura e mercado potencial capaz de absorver quantidades superiores à atual oferta. Segundo levantamento estatístico feito pelo IICA, 88% do comércio mundial deste produto é de sementes de gergelim, seguido da torta de gergelim, que constitui uns 8% e o óleo com 4%. A principal demanda de gergelim provém da indústria alimentícia, sendo que 70% da produção na maioria dos países importadores são utilizados para a elaboração de óleo e farinha. No Brasil, o preço do produto colhido sem beneficiamento é da ordem de US\$ 600,00/t de sementes, enquanto o do produto industrializado (descascado e classificado) é cerca de US\$ 1.500,00/t (COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL, 1998).

No setor industrial, existem algumas firmas que são compradoras tradicionais de grãos de gergelim - como a Istambul e a Sésamo Real, ambas em SP - e outras pequenas empresas que efetuam o processamento industrial do gergelim - para produção de concentrados protéicos - e o esmagamento - para obtenção de óleo vegetal. No Centro-Oeste, o Estado de Goiás vem se firmando como um dos maiores plantadores de gergelim, havendo um avanço significativo de 85% em relação à área plantada em 2004, com excelentes perspectivas para o fomento da cultura. Já existem empresas, como a Granol e Hedesa, que efetuam a comercialização de várias oleaginosas, provenientes de produtores dessa Região (QUEIROGA et al., 2007).

Os maiores avanços na agricultura moderna têm sido obtidos com as culturas que permitem práticas mecanizadas desde a semeadura até a fase de colheita com o mínimo de interferência de mão-de-obra. A mecanização da cultura do gergelim é um componente fundamental para os produtores, visando diminuir os custos de produção e o tempo de execução das atividades correspondentes numa exploração em escala comercial. Mas, no Brasil, o gergelim ainda é bastante cultivado por produtores familiares, em pequenas áreas "cultura de fundo de quintal", quando o ideal seria que seu cultivo fosse em escala comercial, em áreas de, no mínimo, 2 ha por produtor, de forma organizada, em associação ou cooperativa (QUEIROGA et al., 2007).

Recentemente, a Embrapa Algodão tem sido procurada por várias empresas do Centro Oeste e Sudeste, interessadas em tecnologias demandadas pela cadeia produtiva do gergelim mecanizado, visando aumentar sua área de exploração. O mesmo sucedeu nos últimos anos com a cultura do girassol, quando a

instalação de uma indústria de grande porte em Mato Grosso-MT favoreceu o incremento da sua área de plantio no País, que passou rapidamente de 30 mil ha para mais de 120 mil ha.

O maior diferencial da cultura do gergelim no Brasil acontecerá com o lançamento de variedades com frutos indeiscentes e sementes de cor branca, previsto para o ano de 2010, pela Embrapa Algodão. Segundo Mazzani e Larysse (1998), as características intrínsecas dessas novas cultivares terão que atender aos padrões mínimos internacionais de mercado - 50-52% de óleo das sementes e 21% de proteínas nas sementes descascadas -, para terem maior aceitabilidade nos mercados nacionais e internacionais.

Vale salientar que a consolidação da cadeia produtiva de uma determinada espécie sempre tem reflexo direto sobre o nível tecnológico utilizado pelos produtores. Ou seja, no momento em que o produtor de gergelim demandar por tecnologias avançadas (sementes encapsuladas, semeaduras de precisão, variedades indeiscentes ou semi-deiscentes de cor branca, aplicações de herbicidas e dessecantes, ponto de colheita, colheita mecanizada, etc), semelhantes às adotadas pelos USA (Texas) e pela Venezuela, haverá a possibilidade de todos os elos da cadeia produtiva do gergelim serem estruturados e organizados no País, porque os produtores do agronegócio terão como foco o abastecimento dos grandes mercados nacionais e internacionais. De certa forma, estes pacotes tecnológicos irão beneficiar os médios e pequenos produtores parceiros do País, porque eles passarão a utilizar sementes das cultivares com características químicas dos grãos de maior aceitação pelas indústrias em geral (QUEIROGA et al., 2007).

A introdução de antigas segadoras-atadoras de cereais na Venezuela, para substituir o duro trabalho do corte manual das plantas no período de maturação das cultivares deiscentes, deu um impulso significativo às semeaduras nas áreas tradicionais de cultivo do gergelim. Colheitadeiras do tipo combinada, usadas pelo produtor na colheita e na trilha do arroz, começaram também a ser adaptadas às operações de trilha do gergelim (SUAREZ, 1995).

Este salto tecnológico levou a cultura do gergelim a cobrir um espaço muito importante entre os principais cultivos oleaginosos produzidos na Venezuela, que alcançou, em 1970, a superfície cultivada máxima - 178.000 ha. Vale destacar que a mecanização do gergelim nas operações mais exigentes em mão-de-obra, relacionadas às práticas agrícolas de semeadura e colheita, mudou

substancialmente o tamanho médio das áreas cultivadas. Antes da mecanização do gergelim, o produtor venezuelano não conseguia plantar áreas de produção extensas, devido às limitações impostas pelas operações manuais; mas, com a adoção do sistema semi-mecanizado, principalmente na colheita, houve um incremento de 68% na produção do gergelim em escala comercial, com as áreas cultivadas variando de 50 a 200 ha (SUAREZ, 1995).

2. Importância do Gergelim

O cultivo do gergelim, produzido em escala comercial por pequenos, médios e grandes produtores, depende, portanto, das modificações dos costumes culturais e sociais da população. Nos últimos anos, o consumo do gergelim pela população brasileira tem aumentado consideravelmente e isto se deve à importação de sementes de alta qualidade (mais de 60% da semente consumida no Brasil são importados), principalmente as de cor branca (BELTRÃO; VIEIRA, 2001).

Tendo em vista as boas perspectivas dos mercados nacionais e internacionais, as sementes de gergelim - que contém, em média 50% de óleo de elevada qualidade com aplicações diversas - encontram-se em plena ascensão, devido ao aumento da quantidade de produtos industrializáveis para o consumo, que tem crescido em torno de 15% ao ano, gerando demanda do produto "in natura" e mercado potencial capaz de absorver quantidades superiores à atual oferta (BELTRÃO; VIEIRA, 2001).

As sementes de gergelim são consumidas "in natura" ou em produtos confeitados como os de panificação. Quando inteiras, as sementes apresentam sabor amargo, devido à acidez oxálica presente no tegumento (película), que pode ser removida pelos processos: manual, mecânico, físico e químico (QUEIROGA et al., 2007).

Mais de 70% da produção de gergelim são utilizados na elaboração de azeite comestível. O teor de óleo está entre 40 e 60% e o de proteína oscila entre 17 e 29% (MAZZANI; LAYRISSE, 1998). O azeite produzido do primeiro prensado a frio encontra-se entre os azeites comestíveis mais caros. Com um rendimento de quase 30%, o extra-virgem é um azeite de cor amarelo claro, não secante e suporta altas temperaturas.

A boa qualidade do azeite de gergelim deve-se, essencialmente, ao alto teor do ácido linoléico, que varia entre 35 e 41% do óleo total. Por seus antioxidantes -

sesamina e sesamolina -, o azeite de gergelim é mais resistente a oxidação ou a baixa rancificação (BUDOWSHI; MARKLEY, 1951), característica que não foi encontrada em nenhum outro óleo vegetal. A torta do prensado contém entre 40 e 70% de proteínas e 12% de óleo, constituindo-se em excelente alimento para o ser humano (sementes brancas) e para os animais (sementes de outras cores).

O gergelim já era muito conhecido e apreciado pelo povo na antiga Grécia (MOLLER, 2006), tanto que Hipócrates - considerado o pai da medicina - recomendava o gergelim em suas prescrições curativas. É provável que esta espécie tenha lhe inspirado a seguinte frase: "Que teu alimento seja o teu remédio e que teu remédio seja teu alimento".

Vale destacar que na dieta alimentar da população japonesa estão presentes vários produtos à base de gergelim, sendo um dos mais importantes no seu consumo diário o azeite de gergelim tostado (Figura 1). É muito usado na cozinha oriental como tempero ou condimento, para fritar, para assar pão no forno, ou para elaborar molhos e azeitar saladas. Este azeite tostado de gergelim é altamente poli-insaturado e livre de colesterol (BELTRÃO; VIEIRA, 2001).

Segundo o Ministério da Saúde, Trabalho e Bem-Estar do Japão, é no arquipélago do sol nascente que se concentra o maior número de pessoas acima dos 100 anos. O número de idosos com mais de cem anos de idade no Japão

Foto: Nair Helena Castro Arriel



Fig. 1. Azeite tostado de gergelim usado na culinária japonesa, chinesa e coreana.

ultrapassou a cifra dos 32 mil centenários (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2007). O segredo para tal longevidade ainda não foi claramente revelado pelos japoneses e permanece um mistério. Mas, na maioria das vezes essa longevidade está associada ao bem-estar da população, principalmente, aos seus hábitos alimentares.

As argumentações anteriores reforçam a idéia da nobreza do óleo de gergelim para a alimentação humana e, ao mesmo tempo, levanta a suspeita de que a resposta sobre o segredo da longevidade de vida dos japoneses tenha sido descobrir a sabedoria contida na frase de Hipócrates: FAÇA DO ALIMENTO O SEU MEDICAMENTO.

Thomas Jefferson, presidente dos USA no período de 1801-1809, escreveu a seguinte frase: "O gergelim está entre as mais valiosas aquisições feitas pelos USA e não acredito que exista outro azeite tão perfeito que possa substituí-lo" (LANGHAM et al., 2006).

Os componentes mais importantes do gergelim - entre eles, sesamina, sesamolina, sesamol e pinosresino - são antioxidantes naturais, pertencentes à família das lignanas. Estes compostos fenólicos conferem maior estabilidade aos ácidos graxos presentes na semente - razão pela qual o óleo de gergelim, mesmo sendo poli-insaturado, é muito utilizado na cozinha oriental - e têm demonstrado produzir os seguintes efeitos: retardam o envelhecimento celular, prolongando a vida útil das células; atuam contra fungos e bactérias; inibem o desenvolvimento de células cancerígenas; possuem ação antiparasitária; eliminam radicais livres, interrompendo processos de oxidação celular; potencializam-se com a vitamina E (gama tocoferol) presente na semente, melhorando sua absorção no organismo e, conseqüentemente, sua ação antioxidante (BELTRÃO; VIEIRA, 2001). Moller (2006) acrescenta que eles também atuam como afrodisíaco, laxante e na atividade mental. Ainda não se constatou a presença desses antioxidantes naturais em outros óleos vegetais.

Atualmente, pesquisas revelam que o hábito de comer gergelim cotidianamente pode trazer benefícios para a saúde humana, auxiliando na prevenção de várias doenças: depressão, osteoporose (por ser rico em cálcio), colesterol (lecitina) e arteriosclerose.

A composição dos antioxidantes naturais da semente de gergelim branca, preta ou marrom, foi comparada por Yoshida et al. (1997) com a da semente torrada e não. O teor de sesamina foi maior para a semente branca, enquanto o de sesamolina foi maior para a marrom. Com a torrefação o teor desses

antioxidantes diminuiu com o tempo de aquecimento, enquanto o de sasamol aumentou. Esses resultados mostram que as composições dos antioxidantes naturais apresentam variações insignificantes entre sementes de distintas cores, o que derruba o mito: "as sementes pretas são as mais indicadas para os tratamentos medicinais".

Para que o consumo brasileiro de gergelim cresça, é necessário aumentar a produção agrícola e a divulgação do seu emprego e dos seus derivados, além de melhorar o "marketing" sobre os benefícios à saúde humana, proporcionados pelas propriedades químicas naturais existentes nessa espécie. O aumento do rendimento médio contribuiria para que o preço baixasse, tornando o produto mais acessível às classes populares, pois, atualmente, o consumo de gergelim no Brasil se restringe às classes mais favorecidas do País (BELTRÃO; VIEIRA, 2001).

Somente nos EUA, no início da década de 90, ocorreu o lançamento de aproximadamente 300 tipos de produtos, nos quais o gergelim é utilizado (BELTRÃO; VIEIRA, 2001). Os produtos industrializados derivados de gergelim mais comercializado no Brasil, na atualidade, são gergelim natural limpo (13% do mercado), gergelim despelculado para pães e biscoitos (62% do mercado), pasta de gergelim -Tahine - (22% do mercado) e óleo de gergelim (3% do mercado).

A venda de óleo de gergelim no varejo tem se limitado aos comércios de produtos naturais, pois a maior parte dos grãos é destinada ao mercado internacional para a extração do óleo. Este elo da cadeia poderá ser considerado um dos pontos agravantes no sistema produtivo do gergelim no País, em função do baixo valor agregado do produto, caso o mesmo depender apenas da exportação do produto na forma de grãos (QUEIROGA et al., 2007).

3. Tecnologias de Produção e Mecanização do Gergelim

3.1 Planta com frutos por axila

Outro passo importante para obtenção de cultivares mais produtivas é o desenvolvimento de plantas com duas ou três cápsulas por axila (caráter recessivo) em relação a uma cápsula por axila (dominante). Salvo algumas exceções, o rendimento do gergelim tem estado correlacionado à maioria das características morfo-agronômicas (LANGHAM et al., 2006; LANGHAM;

RODRÍGUEZ, 1945), em que as mais importantes são comprimento da cápsula, número de cápsulas por planta (Figura 2) e número de ramos por planta .

Por outro lado, Yermanos (1980) constatou que as cultivares com duas ou três cápsulas por axila foliar perdem, às vezes, tais estruturas, quando a planta é submetida a estresse, como o hídrico ou o nutricional.

Fotos: Ray Langham

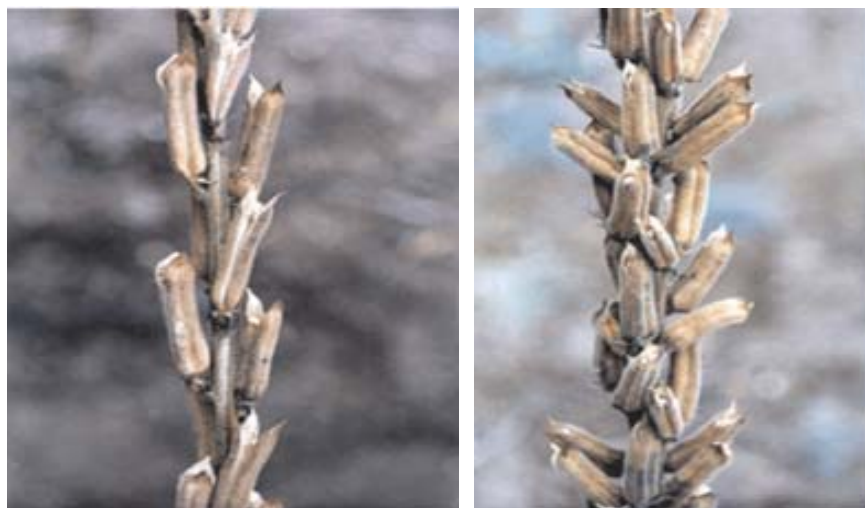


Fig. 2. Plantas de gergelim com um fruto por axila e três frutos por axila.

3.2 Plantas ramificadas e não ramificadas

De acordo com Alam et al. (1999), o genótipo ideal para obtenção de maior rendimento de sementes/planta, deve apresentar sistema radicular profundo, porte elevado, grande número de ramos e de cápsulas/ramo, alto peso de sementes e elevado índice de colheita.

Para obterem-se altos rendimentos, utilizam-se elevadas densidades de plantio (MAZZANI, 1999). Nas variedades não ramificadas (Figuras 3 e 4) utilizam-se populações entre 250.000 e 350.000 plantas/ha (30-40 cm, entre fileiras, e 7,5 cm, entre plantas); nas variedades ramificadoras, a população pode ficar entre 150.000 e 200.000 plantas/ha (50-60 cm, entre fileiras, e 10 - 15 cm, entre plantas).

Fotos: Tarcísio Marcos de Souza Gondim



Fig. 3. Planta não ramificada de gergelim precoce, com frutos deiscentes e sementes brancas, desenvolvida na Estação Experimental da Embrapa Algodão de Barbalha, CE.

Foto: Ray Langham



Fig. 4. Plantio ultra-adensado de gergelim de cultivar não ramificadora.

Segundo Cardenas (1978), a colheita mecânica tem dado melhores resultados com variedades pouco ramificadas, cuja altura, do solo até a primeira cápsula, seja de aproximadamente 30 cm. A altura da primeira ramificação e o crescimento da planta, que também têm influência sobre a colheita mecanizada, são diretamente afetados pelo ambiente e pelo manejo cultural que envolve

precipitação pluvial (quantidade e distribuição), comprimento do dia (fotoperiodismo), densidade de sementes e de plantio (estande) entre outros (BELTRÃO; VIEIRA, 2001).

3.3 Cultivares

As variedades de gergelim normalmente se dividem em três tipos: deiscentes, indeiscentes e semi-deiscentes.

a) Variedades deiscentes: A maioria das variedades deste tipo, que se cultivam nos Estados Unidos, tem sido produzida a partir da variedade Kansas 10 ou K-10, não ramificada (Figura 5), cujas sementes têm um alto teor de óleo (acima de 50%), mas, tem seu valor limitado no mercado, devido ao seu sabor amargo (OPLINGER, 1990). Outras variedades deiscentes cultivadas nos Estados Unidos são: Margo, Oro, Blanco, Dulce e Ambia (Tabela 1).

Várias cultivares de gergelim desenvolvidas na Venezuela têm sido introduzidas no Brasil desde a década de 1950. Estas cultivares eram mais precoce (90 dias) que os tipos locais (120 dias) e, em condições de sequeiro, eram 40% mais produtivas. Com base nesses estudos, recomendavam-se para o cultivo na região Nordeste, as cultivares Venezuela 51, Venezuela 52, Morada, Inamar e Aceitera. Entretanto, essas cultivares exóticas, apesar da precocidade e da

Foto: Ray Langham



Fig. 5. Frutos de gergelim deiscente

Tabela 1. Rendimento de grãos (kg/ha) e características varietais (cor de sementes, altura e maturidade) das plantas de gergelim deiscentes desenvolvidas nos USA. Lubbock, Texas.

	Rendimento (kg/ha)	Cor da semente	Altura ¹	Maturidade ²
Variedades Deiscentes:				
Margo	1.900	Creme	Média	Média
Oro	1.973	Branco	Média	Média
Blanco	1.430	Creme	Média	Média
Dulce	826	Branco	Média	Precoce
Ambia	1.355	Branco	Alta	Média

¹Média = 90 a 150 cm; Alta > 150 cm.

²Precoce = 90 a 105; Média = 106 a 120.

uniformidade, não apresentavam a adaptabilidade e a tolerância à seca dos tipos locais, preferidos pelos agricultores (ARRIEL et al., 2001). Na Tabela 2, encontram-se as principais características das cultivares de gergelim desenvolvidas na Venezuela (MAZZANI, 1999).

Tabela 2. Características agrônômicas de algumas variedades deiscentes de gergelim desenvolvidas na Venezuela.

Cultivar	Rendimento (kg/ha)	Ciclo até colheita (dias)	Nº de frutos por Planta	Cor da semente	Massa de 1.000 sementes (g)	Ramificação	Nº de frutos por axila
Inamar	996	99	42	bc	2,75	p	> 1
Acarigua	991	99	49	bc	2,76	a	> 1
Aceitera		98	43	bc	2,80	a	> 1
Arawaca	867	89	37	esc	3,18	p	1
Venezuela 51	812	93	48	bc	2,25	a	> 1
Glaucá	807	106	51	bc	2,66	p	> 1
Venezuela 44	796	107	52	bc	2,66	a	> 1
Venezuela 52	710	105	49	bc	2,66	p	> 1
Píritu	676	116	41	o	3,17	p	> 1
Caripucha	647	116	43	bc	3,09	a	> 1
Maporal	583	117	44	b	2,58	p	1
Morada		99	42	bc	2,45	p	> 1

b: branco
c: cremoso
o: escuro
s: esverdeado

a: ausente
p: presente

A maioria das cultivares deiscentes de gergelim lançadas pela Embrapa Algodão foi direcionada para o Nordeste - microrregiões Sertão e Seridó, com exceção da cultivar BRS Seda, que é indicada também para as regiões Centro Oeste - Goiás, Distrito Federal e Mato Grosso - e Sudeste -São Paulo (EMBRAPA, 2007). Esta cultivar pode ser plantada no cerrado em janeiro/ ou fevereiro (cultura de safrinha), após a colheita de soja, arroz ou milho precoces. Na Tabela 3, encontram-se as principais características das cultivares deiscentes geradas pela Embrapa (EMBRAPA, 2007).

Tabela 3. Características das cultivares deiscentes de gergelim desenvolvidas pela Embrapa Algodão. Campina Grande, PB.

Características	Cultivares				
	Seridó 1	CNPA G2	CNPA G3	CNPA G4	BRS Seda
Tipo de ramificação	Muito	Muito	Muito	Muito	Muito
Nº de cápsulas por folha axial	1	3	1	1	1
Cor da semente	Creme e cinza	Creme	Cinza claro	Creme	Branco
Produtividade (Kg/ha)	610	712	760	804	1.000
Início da floração (dias)	60	44	34	36	35
Ciclo da cultura (dias)	130-140 (tardio)	100 (médio)	90-100 (médio)	90 (médio)	85-89 (precoce)
Porte da planta (cm)	180 (alto)	160 (mediano)	160 (mediano)	155 (mediano)	155 (mediano)
Teor de óleo (%)	50	50-53	50-53	48-50	50-52
Peso de mil sementes (g)	3,0	2,0	2,2	3,1	3,22

Savy Filho (2008) admite que, quando cultivo da cultivar IAC-Guatemala é realizado na região Sudeste, os seus frutos são semi-deiscentes proporcionando maior período de colheita com perdas menores. Em ensaios realizados na região do Nordeste -ambiente de alta temperatura (calor) - pela Embrapa Algodão, verificou-se que seus frutos tiveram comportamento deiscentes. Na Tabela 4, encontram-se as principais características das três cultivares de gergelim desenvolvidas pelo IAC.

b) Variedades indeiscentes: As variedades indeiscentes têm sido desenvolvidas para colheita mecânica (Figura 6), embora, suas sementes normalmente,

Tabela 4. Características das cultivares deiscentes de gergelim desenvolvidas pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Campinas-SP.

Características agronômicas	IAC-OURO	IAC-CHINA	IAC-GUATEMALA
Ano de lançamento	1983	1993	1995
Ciclo vegetativo médio (dias)	110	125	120
Produtividade média (kg/ha)	1.000	1.000	1.000
Produtividade potencial (kg/ha)	1.500	1.500	1.500
Florescimento (dias)			
início	30	35	35
final	80	90	90
Período de colheita (dias)			
início	95	115	115
final	115	130	130
Frutos	Deiscentes	Deiscentes	Deiscentes
Cor das sementes	Creme	Creme	Creme
Formato das Sementes	Obovóide	Obovóide	Obovóide
Peso médio de 1.000 sementes	3,3g	4,3g	3,4g
Colheita	única	única	única
Caracteres Morfológicos			
Hábito de Crescimento	Ramificado	Ramificado	Ramificado
Hábito Média da Planta	150 cm	175 cm	165 cm
Inserção do fruto	30 cm	30 cm	30 cm
Cor da haste	Verde	Verde	Verde
Caracteres Tecnológicos			
Teor médio de óleo	52%	49%	53%

Foto: Derald Langham

**Fig. 6.** Frutos de gergelim indeiscente.

contenham teor de óleo abaixo de 50% - sendo, conseqüentemente, utilizada unicamente para a produção de óleo (OPLINGER, 1990). Baco, Paloma, UCR3, SW-16 e SW-17 são algumas variedades indeiscentes dos USA (Tabela 5).

Tabela 5. Rendimento de grãos (kg/ha) e características varietais (cor de sementes, altura e maturidade) das plantas de gergelim indeiscentes desenvolvidas nos USA. Lubbock, Texas.

	Rendimento (kg/ha)	Cor da semente	Altura ¹	Maturidade
Variedades Indeiscentes				
Baco	1.760	Marrom	Média	Média
Paloma	1.320	Creme	Média	Média
UCR-3	970	Creme	Baixa	Precoce
SW-16	2.080	Creme	Média	Média
SW-17	1.260	Creme	Média	Média

¹Baixa até 90 cm; Média = 90 a 150 cm.

²Precoce = 90 a 105; Média = 106 a 120 dias

Para solucionar o problema da colheita mecanizada do gergelim, o setor de melhoramento da EMBRAPA Algodão estará lançando no Brasil sua primeira cultivar indeiscente (semente branca), em 2010, e avaliando mais 4 progênies, com esta mesma característica.

Desde o descobrimento do mutante indeiscente de gergelim, o retrocruzamento, como método de melhoramento, tem sido utilizado nessa cultura com bastante êxito na Venezuela (MAZZANI et al., 1975). Segundo Montilla et al. (1990), através dos trabalhos de cruzamento entre variedades comerciais e tipos indeiscentes, usando-se este último como doador, foram obtidas as variedades Morada Indeiscente e Inamar Indeiscente (Tabela 6).

Tabela 6. Principais características das cultivares de gergelim Morada e Inamar indeiscentes plantadas no Estado de Portuguesa, Venezuela.

Cultivar	Rendimento (kg/ha)	Ciclo até colheita (dias)	Cor da semente	Massa de 1.000 sementes (g)	Ramificação	Nº de frutos por axila
Inamar id.	< 600	112	bc	2,55	p	> 1
Morada id	< 600	99	bc	2,45	p	> 1

b: branco
c: cremoso

p: presente

Bennett (2004) recomenda apenas o uso de quatro cultivares de gergelim para os produtores da Austrália, as quais são indeiscentes e utilizadas na colheita mecânica - Aussie Gold, Beech's Choic, Yori 77 e Edith; suas características são apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7. Algumas características das cultivares de gergelim australiano indeiscentes.

Características	Estado de Queensland			Território Norte	
	Magwe Brown	Aussie Gold	Beech's Choic	Yori 77	Edith
Produtividade de grãos (t/ha)	0,8	1,0	1,0	1,1	1,5
Tamanho de sementes (g/1000)	2,6	3,3	2,9	3,0	3,2
Teor de óleo (%)	54	50	54	54	54
Altura de planta (cm)	80	94	88	116	119
Ramos por planta	4,2	3,8	4,2	1,5	0,1
Nº de cápsulas por axila foliar	1	1	1	3	3
Floração (dias)	36	36	40	46	42

c) Variedades semi-deiscentes: As cultivares de gergelim semi-descentes da empresa Sesaco foram patenteadas no Texas (Figura 7) e não se recomenda o uso de dessecante para acelerar a colheita. Assim, o ciclo dessas cultivares pode se prolongar de 130 a 150 dias (LANGHAM et al., 2006). Embora as plantas permaneçam no campo para secar até atingir a umidade máxima de 6%

Foto: Ray Langham



Foto: Jay S. Simon



Fig. 7. Frutos de gergelim semi-deiscente com maior retenção das sementes no fruto.

das sementes (equivalente a 12% do milho), consequentemente elas irão manter a maioria das sementes dentro da cápsula (sementes retidas pela placenta do fruto). As principais características das cultivares semi-deiscentes são apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8. Principais características agronômicas das cultivares de gergelim com frutos semi-deiscentes (retenção de sementes na cápsula) produzidas pela Empresa Sesaco, Texas, USA.

Características	Anos dos ensaios	Cultivares				
		Sesaco 25	Sesaco 26	Sesaco 28	Sesaco 29	Sesaco 32
Tipo de ramificação	Todos	Pouco	Muito	Muito	Pouco	Muito
Nº de Cápsulas por folha axial	Todos	1	1	1	1	1
Cor da semente	Todos	Creme	Creme	Creme	Creme	Creme
Produtividade (Kg/ha)	2005 UV	1.400	1.806	1.788	1.793	1.856
	2006 UV	1.650	1.665	1.450	1.540	1.943
	2007 UV	935	1.364	1.427	1.048	1.270
	2005 CP	915	823	853	982	1.083
	2006 CP	776	-	-	991	850
	2007 CP	1.238	-	-	1.210	1.330
Floração (dias)	2005-07 UV	38	43	43	40	39
	2005-07 CP	41	43	44	40	42
Término da	2005-07 UV	76	84	84	81	81
Floração (dias)	2005-07 CP	80	78	78	78	77
Maturação	2005-07 UV	98	104	103	99	101
Fisiológica (dias)	2005-07 CP	100	103	102	100	105
Colheita Direta (dias)	2005-07 UV	121	137	137	137	126
	2005-07 CP	142	135	135	138	129
Altura de Planta (cm)	2005-07 UV	131	158	150	143	155
	2005-07 CP	134	143	137	125	134
Altura de Inserção do 1º Fruto (cm)	2005-07 UV	58	61	61	52	58
	2005-07 CP	61	64	64	55	58
Número de nós com cápsulas	2005-07 UV	28,0	30,3	27,6	28,7	26,7
	2005-07 CP	24,7	25,3	24,3	25,0	24,3
Média de Comprimento de Entenós (cm)	2005-07 UV	6,8	8,3	8,1	8,1	8,9
	2005-07 CP	7,3	8,1	8,1	7,3	8,3
Comprimento de cápsula (cm)	Todos	2,84	2,23	2,26	2,79	2,13
Peso de sementes por cápsula (g)	Todos	0,21	0,234	0,229	0,232	0,227
Peso de mil sementes (g)	Todos	3,05	3,31	3,21	3,06	3,13

- Os dois locais dos ensaios: UV = Uvalde no Texas e CP= Caprock em Lorenzo, Texas.

- As diferentes produtividades da cultura foram influenciadas pelas épocas de plantio, condições meteorológicas, tratamentos culturais, umidades e fertilidades de solos.

3.4 Fenômeno da pleiotropia

O gergelim, *Sesamum indicum* L., é uma espécie oleaginosa anual com formação abundante de flores, cada uma das quais origina um fruto com 40 a 50 sementes, aproximadamente. A domesticação da planta de gergelim é ainda parcial, pois seus frutos abrem uma vez quando estão secos, através de aberturas das cápsulas que facilitam a dispersão das sementes, como nas espécies silvestres. Caso a colheita seja realizada quando o fruto se encontra seco, as perdas de grãos em campo podem originar redução no rendimento de 15 a 25% (MONTILLA; MAZZANI, 1966), principalmente quando se emprega o sistema de colheita semi-mecanizado de duas etapas (corte e trilha), que predomina na Venezuela.

A cultivar Morada Indeiscente apresenta baixa fertilidade, tal como foi destacado por Berlingeri (2000), o qual é ocasionado principalmente por ter carga reduzida de pólen sobre o estigma e menor número de tubos polínicos no estilete, bem como pela incapacidade do órgão feminino em promover o crescimento dos tubos polínicos - quando comparada com a Morada Deiscente; sua eficiência reprodutiva é baixa e expressa-se pelo menor número de sementes por fruto e de flores por axila.

Este conjunto de fatores negativos nas cultivares indeiscentes se deve à ação de um gen (id) pleiótrofo recessivo (LANGHAN, 1946), que ademais produz deformação nas folhas e flores, desenvolvimento de neoplasias em ambos os órgãos, deformação das cápsulas e engrossamento do mesocarpo (ASHRI; LADIJISKI, 1964; DAY, 2000; MAZZANI; HOROVITZ, 1952).

Mazzani e Horovitz (1952), que descobriram que o efeito do gen id é afetado por genes modificadores, conseguiram materiais genéticos com grandes níveis de indeiscência e boa fertilidade, os quais permitiram levantar a hipótese de que os modificadores são de efeitos simples, afetando cada um deles uma característica em particular, mas, não todas em conjunto e, em consequência disso, poderiam acumular-se os efeitos relacionados com a fertilidade, sem perder a indeiscência dos frutos. Os modificadores podem alterar substancialmente a fertilidade das cultivares indeiscentes, chegando ao ponto de se observar uma ausência de correlação entre a abertura da cápsula e o rendimento de sementes em alguns casos (DELGADO et al., 1994).

Desde o descobrimento do primeiro mutante indeiscente, os melhoristas têm dado ênfase ao desenvolvimento de cultivares que se adaptem à colheita mecânica. A obtenção de novas cultivares que retenham as sementes depois da

maturação poderia ser alcançada através do manejo dos seguintes caracteres: indeiscência dos frutos e/ou sementes fortemente aderidas à placenta ou cápsulas papiráceas (ARRIEL et al., 2001).

A diferença entre frutos deiscentes e indeiscentes está relacionada com o número de células do mesocarpo na zona de deiscência. A cultivar indeiscente de gergelim tem mais camadas de células, média de 11,6 camadas, na zona da deiscência, contra 1,3 camadas nas deiscentes. A deiscência do fruto tem início no ápice, em direção à base. A maior ou menor velocidade de deiscência dos frutos deve ser observada na planta de gergelim, pois, há cultivares cujos frutos se abrem rapidamente e perdem as sementes, que caem no chão, reduzindo a produtividade da cultura (BELTRÃO et al., 2001).

A indeiscência ou a semi-indeiscência são os caracteres que oferecem as melhores possibilidades para resolverem-se problemas de perdas de sementes e adaptação da cultura à colheita mecanizada. Mazzani e Horovitz (1952) têm detectado efeitos pleiotrópicos dos genes para indeiscência, que afetam folhas, flores, frutos, ciclo vegetativo e rendimento, além dos genes modificadores, que influem sobre a fertilidade e a deiscência dos frutos.

3.5 Clima e solos

O gergelim é uma planta de elevado nível de adaptabilidade, sendo cultivado atualmente em diversas localidades, entre 25°S e 25°N, em áreas com altitude de até 1.250 m, temperaturas médias do ar entre 23 °C e 30 °C e precipitação pluvial entre 300 e 850 mm anuais bem distribuídos durante o ciclo de cultivo.

Os solos ideais para o seu cultivo são os profundos, de textura franco-arenoso, bem drenados e de boa fertilidade natural. A planta apresenta maior capacidade de produção em solos de pH próximo de 7; não tolera acidez elevada, pH abaixo de 5,5, nem alcalinidade excessiva pH acima de 8,0. Deve ter 50% de volume de sólidos - 45% de matéria mineral, 5% de matéria orgânica e 50% de porosidade -, dos quais 33,5% de microsporos - armazenadores de água - e o restante, 16,5% de macrosporos - armazenadores de ar -, incluindo o oxigênio, elemento vital para a respiração das plantas (KIEHL, 1979). O gergelim é extremamente sensível à deficiência ou falta temporária desse elemento no solo (BELTRÃO et al., 1994), causada pela compactação do ambiente edáfico - que reduz substancialmente a macroporosidade (poros com diâmetro acima de 50 micras), devido à destruição dos agregados do solo (PRIMAVESI, 1985) - ou pelo excesso de água - que leva à ausência do oxigênio no ambiente edáfico,

tecnicamente denominada de anoxia. Mesmo que seja temporária, a anoxia acarreta consequências nefastas para o metabolismo vegetal, especialmente, com relação à absorção de nutrientes e ao metabolismo dos carboidratos nas raízes, com surgimento da fermentação (MENGEL; KIRKBY, 1979).

A planta de gergelim, de raiz pivotante, é resistente ao estresse hídrico, porém, se houver boa distribuição de chuvas (500 mm) no seu período de crescimento, pode-se obter rendimento superior a 1.000 kg/ha de sementes. A distribuição ótima seria: 35% da germinação ao florescimento, 45% durante o florescimento, 20% durante o período de formação dos frutos (maturação) e de escassez de chuvas (0%) no período de colheita (QUEIROGA et al., 2007).

A topografia do solo pode variar de plana a ondulada, contanto que em áreas planas não haja problema de encharcamento e nas ondulada ou acidentadas, práticas de conservação sejam observadas e adotadas para evitar erosão do solo, ou seja, o preparo do terreno deve ser em curva de nível (Figura 8).

Foto: Diego Antonio Nóbrega



Foto: Vicente de Paula Queiroga



Fig. 8. Preparo do solo em curva de nível em terreno ondulado.

3.6 Preparo do solo

O preparo do solo, para o cultivo do gergelim, realizado de forma correta desempenha um importante papel na germinação das sementes - em razão do seu diminuto tamanho - e no posterior crescimento e desenvolvimento das plantas cultivadas - devido ao seu crescimento inicial muito lento, sobretudo, nos primeiros 25 dias da emergência das plântulas (BELTRÃO et al., 1994; MAZZANI, 1983).

O gergelim é uma planta que necessita de solo bem preparado, seja convencionalmente, com o uso de aração e gradagem, seja com técnicas de preparo mínimo. O importante no preparo do solo é o uso adequado das máquinas e implementos agrícolas para cada tipo de solo e a operação feita no momento oportuno. Os solos arenosos ou de textura franco-arenosa, já trabalhados muitas vezes, no seu preparo, só há necessidade de uma ou duas gradagens (Figura 9).

Com respeito à profundidade, ao relevo, ao grau de estrutura e à classe textural, podem-se adotar dois procedimentos básicos para o preparo do solo, objetivando mantê-lo mais produtivo, aumentar o controle de plantas daninhas e armazenar mais água (BELTRÃO et al., 2001). O primeiro, refere-se ao preparo

Foto: José da Cunha Medeiros



Fig. 9. Preparo do solo para plantio de gergelim apenas com gradagem niveladora.

com o solo seco, em que, inicialmente, deve-se fazer a trituração e a pré-incorporação dos restos culturais e de plantas daninhas tardias com o uso de grade, que não seja muito pesada e nem aradora. Em seguida, utiliza-se o arado, na profundidade de 20-30 cm, dependendo do solo, e, no início das chuvas, realiza-se o plantio. O segundo, refere-se ao preparo com solo úmido, que é feito de maneira semelhante à técnica anterior: trituram-se e incorporam-se os restos culturais e as plantas daninhas com o uso de uma grade leve (Figura 10) ou niveladora e entre sete e quinze dias após a incorporação, realiza-se uma aração profunda, dependendo do tipo de solo, usando-se o arado de aiveca, evitando-se o uso de grade aradora (Figura 11).

Foto: Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva



Fig. 10. Incorporação dos restos culturais em solo úmido com a grade niveladora.

Foto: Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva



Fig. 11. O uso da grade aradora no preparo do solo deve ser evitado.

O solo não deve ser compactado e o controle de planta daninha deve ser rigoroso nos primeiros 45 dias após a semeadura. Deve-se dispensar o uso de grades pesadas e solos com muitos torrões, pois, estes dificultam a semeadura e a uniformidade de germinação. Recomenda-se o uso de grades leves e a incorporação de restos de culturas na profundidade entre 10 a 20 cm, em cultivo de safrinha, após o arroz e o milho.

A profundidade de preparo do solo deve ser modificada em cada período de cultivo. Se a camada compactada estiver a menos de 30 cm de profundidade, ela pode ser rompida com arado de aivecas ou arado escarificador (Figura 12), atuando nesta profundidade (CASTRO; LOMBARDI NETO, 1992). O arado de aiveca corta, eleva, inverte e esboroa parcial ou totalmente as leivas, que ficam dispostas lado a lado. Quando o serviço de aração com aivecas é bem feito, há

Fotos: Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva



Fig. 12. Preparo do solo com arado de aiveca ou arado escarificador.

enterrio total dos restos de cultura. O arado de aiveca produz uma inversão do solo melhor que a do arado de discos (Figura 13), mas apresenta restrições ao uso em solos com obstáculos, tais como pedras e tocos, caso não haja mecanismos de segurança, com desarme automático. O arado de discos é menos vulnerável a estas obstruções, pois, o movimento giratório dos discos faz com que eles girem sobre o solo e a vegetação, cortando-os (GADANHA JÚNIOR et al., 1991).

Foto: Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva



Fig. 13. Preparo do solo com arado de discos.

A subsolagem serve para tornar soltas as camadas compactadas, sem, entretanto, causar inversão das camadas de solo, devendo somente ser recomendada quando houver uma camada muito endurecida, em profundidades não atingidas por outros implementos (Figura 14). Para otimizar a penetração no solo, alguns subsoladores permitem a regulação de inclinação das hastes, em cuja extremidade inferior existe uma ponteira que pode ter diversos formatos, de acordo com o projeto do fabricante e o grau de compactação do solo (ALOISI et al., 1992; GADANHA JÚNIOR et al., 1991, 1992). O arado escarificador é semelhante a um subsolador, mas, trabalha em profundidades menores, exigindo menor esforço tratório para execução das operações agrícolas.

O processo produtivo do gergelim na região Nordeste do Brasil apresenta com frequência falhas na população de plantas no período entre a semeadura e a emergência das plântulas, que depende das condições pluviais prevalentes durante todo ciclo da cultura. Em razão da semente de gergelim ser muito pequena, na Venezuela recomenda-se preparar a área de gergelim na forma de sulco e camalhão com a superfície retangular (Figura 15), visando realizar a

Fotos: Odilon Remy Ribeiro Ferreira da Silva



Fig. 14. Preparo do solo com arado subsolador.

Fotos: Ray Langham

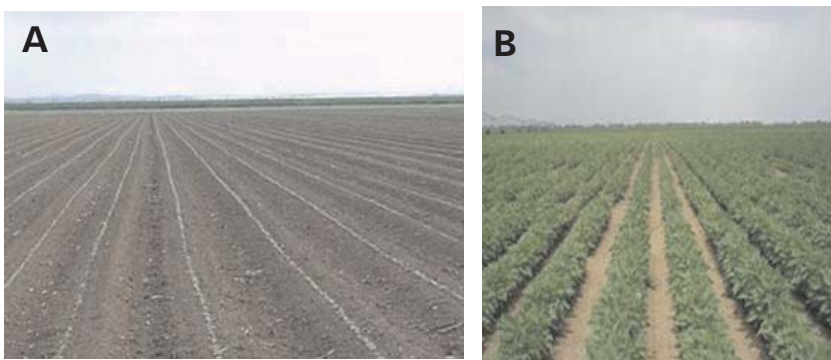


Fig. 15. Preparação de sulco e camalhão com superfície retangular por meio de um sulcador adaptado e a lavoura do gergelim na fase (A) de plântula e na fase (B) de planta em adiantado crescimento vegetativo.

semeadura mecânica, principalmente quando se trata de regiões sujeitas a estiagem prolongada, ou para o caso de solo com sua crosta bastante endurecida (FONAIAP, 1988).

Esta tecnologia adotada de sulco e camalhão com superfície retangular é preparada com o sulcador adaptado (lâmina sobre as asas sulcadoras), o que tem permitido alcançar o estabelecimento de populações adequadas de plântulas em pouco espaço de tempo (Figura 16). Vale destacar também que, após as precipitações, parte da umidade é retida pelo solo e o excesso de água é drenado pelos sulcos (FONAIAP, 1988).

Além do espaçamento de 0,60 m entre leirões, a semeadora empregada da Figura 17, terá que ser ajustada para que os discos de semeadura (descarga das sementes) coincidam com o centro do camalhão, sem esquecer sua graduação na profundidade desejada de 3 cm.

Fotos: Odilon Remy Ribeiro Ferreira da Silva



Fig. 16. Preparação de sulco e camalhão (leirão) com superfície abaulada através do sulcador.

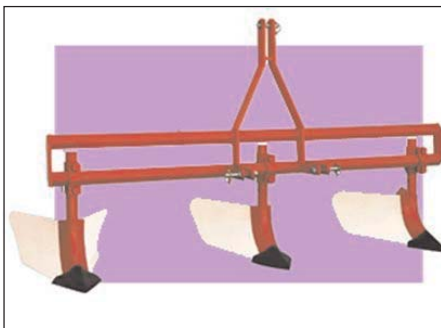


Foto: Diego Antonio Nóbrega



Fig. 17. A semeadura mecanizada do gergelim sobre os camalhões na Venezuela.

3.7 Processo de encapsulação de sementes

As sementes de gergelim (*Sesamum indicum* L.) caracterizam-se pelo pequeno tamanho, pouco peso e formato irregular, o que dificulta a sua individualização e distribuição, tanto no processo manual quanto mecânico de semeadura (BELTRÃO et al., 2001). Assim, a semeadura direta de precisão é extremamente importante para os produtores conseguirem uma população homogênea de plantas. Esta operação é facilitada quando as sementes pequenas de gergelim são encapsuladas (uma semente por unidade), visando aumentar seu peso e tamanho, para que elas fluam facilmente na semeadora (Figura 18).



Fig. 18. Sementes de gergelim normais (à esquerda) e encapsuladas (à direita) utilizadas para plantio de precisão.

O sistema mecanizado de distribuição de sementes encapsuladas (Figura 19) é um método de precisão muito utilizado para semeadura de sementes pequenas em lavouras de alta tecnologia, permitindo que o trator trabalhe a grande velocidade (MAZZANI, 1999). Foi com essa tecnologia que a Espanha conseguiu expandir a área de produção de beterraba para extração de açúcar, tendo como objetivo atender a toda demanda do produto consumido pela sua população (Figura 20).

Com a utilização de sementes encapsuladas de gergelim, reduzem-se os custos de produção durante a fase de plantio, pois, diminui o consumo de sementes, por facilitar a mecanização da semeadura e por eliminar a prática do desbaste de plantas excedentes. Soma-se a isto, a possibilidade de incorporação de nutrientes e outros agroquímicos (fungicidas e inseticidas) durante o processo de

Foto: Bruno Mazzani



Foto: Vicente de Paula Queiroga

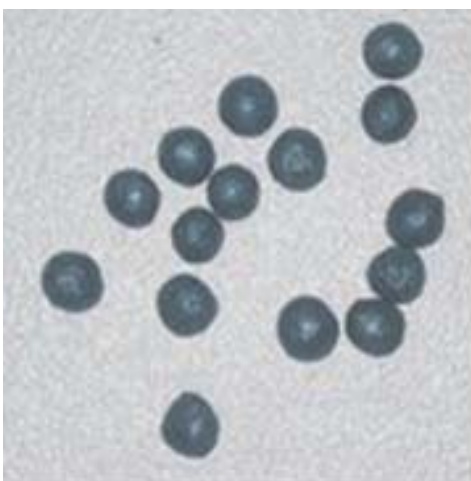


Fig. 19. Semeadura mecanizada com sementes de gergelim encapsuladas.

Foto: Vicente de Paula Queiroga



Fig. 20. Sementes de beterraba normais e encapsuladas utilizadas pelos produtores da Espanha.

encapsulação, podendo constituir melhorias na sanidade das sementes e no estabelecimento das plântulas (SUAREZ, 1995). No caso do gergelim não encapsulado, é necessária a quantidade de 3 kg de sementes para se plantar um hectare (preço de R\$ 6,00/kg), além das despesas com a operação de desbaste.

Embora a técnica de revestimento de sementes tenha sido desenvolvida há vários anos, as informações referentes à composição dos materiais empregados e à confecção das sementes recobertas são pouco difundidas, uma vez que esta técnica permanece inacessível junto às empresas de sementes e às companhias processadoras dos revestimentos das sementes (Exemplo da empresa de Pelotas-RS: rigran@rigran.com). De acordo com Mazzani (1999), o plantio das sementes de gergelim com e sem recobrimentos foi comparado entre si, tendo o mesmo concluído que os resultados de campo acusaram ganhos ligeiramente satisfatórios em favor das sementes normais (Tabela 9).

Tabela 9. Resultados de germinação das sementes de gergelim normais e encapsuladas em condições de campo.

Tipo de Sementes	Percentagem de Germinação (%)	
	3 dias	6 dias
Sementes Normais	96	96
Sementes Encapsuladas	79,5	93,5

No processo de encapsulação de sementes, basicamente se aplicam sucessivas camadas de material seco e inerte (pó) dentro de uma espécie de betoneira em constante movimento, dando-lhes formato arredondado, maior massa e acabamento liso, o que facilita a sua distribuição e o seu manuseio, especialmente daquelas muito pequenas, rugosas ou deformadas. Vários produtos adesivos já foram testados em revestimento de sementes pequenas; dos que não apresentaram efeitos adversos sobre a germinação e crescimento das plântulas citam-se: composto de material celulósico solúvel em água, amido solúvel em água, metil-celulose (methocel), goma arábica mais sacarose e celulose mais hemi-celulose de pasta de madeira (QUEIROGA et al., 2007). Recentemente, um projeto de pesquisa da Embrapa Algodão para encapsulação de sementes de gergelim foi financiado pelo BNB.

Segundo Suarez (1995), o encapsulamento das sementes de gergelim têm demonstrado ser um método eficiente, para lograr melhor manejo do material por parte dos vários equipamentos comuns de semeaduras (matraca, plantadeiras à tração animal e motriz, Figura 21). Com o lançamento da primeira cultivar indeiscente de gergelim desenvolvida pela Embrapa Algodão, previsto para final de 2009, é possível que essa tecnologia passe a ocupar um espaço no seu sistema produtivo.

Fotos: Odilon Remy Ribeiro Ferreira da Silva



Fig. 21. Plantio de sementes de gergelim encapsuladas nos seguintes sistemas: mecânico manual, animal e tratorizado.

Para a variedade de gergelim Aceitera, Suarez (1995) conseguiu uma encapsulação esférica, polida, com tamanho entre 3,25 mm e 4 mm de diâmetro, com umidade de 8,2%, com aumento de peso de 1 kg de sementes normais para 16 kg de sementes encapsuladas. A germinação inicial de 93%, após 4 anos de armazenamento em embalagem hermética, foi reavaliada sobre papel germitest e o resultado baixou para 78%. Em trabalho realizado com sementes de algodão, em laboratório, Queiroga et al. (2007) observaram que não houve

perdas na qualidade fisiológica das sementes encapsuladas, mesmo apresentando uma camada distinta de pó envolvendo as sementes; pois, essa capa de revestimento rompeu-se facilmente em pouco tempo quando as mesmas entraram em contato com a umidade do papel de filtro durante o processo germinativo (Figuras 22 a 25).

Foto: Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva



Fig. 22. Sementes de algodão encapsuladas (com e sem corante) com 6 horas de contato com a umidade do papel de filtro.

Foto: Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva



Fig. 23. Sementes de algodão encapsuladas (com e sem corante) com 24 horas de contato com a umidade do papel de filtro.

Foto: Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva



Fig. 24. Sementes de algodão encapsuladas (com e sem corante) com 48 horas de contato com a umidade do papel de filtro.

Foto: Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva



Fig. 25. Sementes de algodão encapsuladas (com e sem corante) com 72 horas de contato com a umidade do papel de filtro.

3.8 Espaçamento e época de semeadura

Os espaçamentos mais comuns utilizados para o cultivo do gergelim estão entre 0,7 m e 1,0 m entre linhas, com 10 a 12 plantas por metro linear, mas, para o cultivo mecanizado, alguns produtores têm utilizado espaçamentos a partir de 0,3 m até 0,73 m entre linhas (MAZZANI, 1999).

Dependendo do espaçamento e da profundidade, os gastos com sementes são de 2 a 6 kg/ha, podendo ser alterados conforme o estande que se quer atingir. Por serem sementes pequenas, deve-se ter o cuidado de enterrá-las no máximo até 3 cm de profundidade para não comprometer a emergência das plântulas e manter um estande próximo do ideal. No plantio manual com matraca, deve-se ralear as linhas de plantio, deixando-se 8 a 10 plantas por metro (BELTRÃO et al., 1989).

Nas demais regiões do Brasil, especialmente no Centro-Oeste e no Sudeste, onde o período chuvoso é bem definido, o gergelim pode ser utilizado como primeira ou como segunda cultura, conforme o interesse do produtor. É necessário que haja sempre sincronia entre o ciclo da cultivar e o período chuvoso, de modo que a colheita seja realizada na época de seca, para não prejudicar a qualidade da semente. Para as referidas regiões, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) recomenda plantar as variedades IAC-Ouro, IAC-China e IAC-Guatemala no período de outubro a novembro e de janeiro a fevereiro. Como tais cultivares têm boa tolerância à seca, recomenda-se sua utilização na safrinha como cultura secundária (SAVY FILHO, 2008).

Na região semi-árida do Nordeste, especialmente no município de São Francisco de Assis do Piauí, PI, o gergelim foi cultivado nos dias 28 e 29 de janeiro de

2008, em áreas em que a precipitação pluvial variou entre 300 e 500 mm, o atraso de 30 dias na época de plantio (final de fevereiro) entre as Unidades de Teste e Demonstração (UTDs), foi fator de redução significativa na produtividade da cultura, a qual passou de 680 kg/ha para 200 kg/ha, segundo os resultados obtidos nas UTDs por Queiroga et al. (2008).

3.9 Adubação e calagem

O gergelim não tolera solos ácidos, sendo necessária a correção da acidez. A espécie é exigente em macro e micro nutrientes, e, como cultura de safrinha, deve-se aproveitar ao máximo os restos de cultivos para minimizar os custos com adubos químicos.

A adubação e calagem para o gergelim devem ser feitas de acordo com a análise química do solo. O calcário deve ser aplicado para elevar a saturação de bases a 70% e o teor de magnésio a um mínimo de 5 mmolc/dm³. Segundo Savy Filho (2008), a adubação mineral do gergelim deve ser nas quantidades recomendadas na Tabela 10.

Tabela 10. Recomendação da adubação para o gergelim em função da análise química do solo.

Elemento	Resultado da Análise Química	Quantidade, N kg/ha	Quantidade, P ₂ O ₅ kg/ha	Quantidade, K ₂ O kg/ha
Nitrogênio, N		10		
Resultado da Análise Química	Fósforo, P, resina, mg/dm ³	0-6	80	
		7-15	60	
		16-40	40	
		> 40	20	
	Resultado da Análise Química	Potássio, K ⁺ trocável, mmolc/dm ³	0-0,7	60
			0,8-1,5	40
			1,6-3,0	20
			> 3,0	20

Uma vez constatada a acidez do solo, pela determinação do pH e dosagem do alumínio trocável, deve-se proceder à correção, com o uso de calcário, de preferência, dolomítico, que possui de 25 a 30% de CaO e mais de 12% de MgO, ou por meio do magnesiano, que apresenta de 31% a 39% de CaO e de 6% a 12% de MgO. O calcário deve ser aplicado a lanço, de modo uniforme, e depois, incorporado até a profundidade de 20 cm. Essa operação deve ser executada bem antes do plantio, no mínimo dois meses (SANTOS; HERNANDEZ, 1997).

No caso do gesso, que é usado para corrigir solos sódicos e solos salinos-sódicos, com pH elevado, o radical sulfato liberado da hidrólise, favorece o abaixamento do pH, formando sulfato de sódio hidratado que é lixiviado, reduzindo, assim, o problema de sódio no solo (SANTOS; HERNANDEZ, 1997).

3.10 Sistemas de plantio

Para tornar essa operação mais fácil e de baixo custo, visando atender aos produtores familiares, um técnico de Várzea-PB desenvolveu uma semeadora manual, baseada em equipamentos de plantio de cenoura, cujo sistema de distribuição das sementes é do tipo cilindro perfurado, feito de tubo de PVC com diâmetro de 100 mm, colocado sobre um chassi de cano de ferro, dotado de uma roda de bicicleta, na parte dianteira, de duas rodas pequenas como sulcador, tendo logo atrás, dois cilindros de descarga de sementes e, no final, duas correntes como cobridor de sementes (Figura 26). A semeadora aproveita o movimento da roda para acionar o depósito por intermédio de um eixo. O depósito contém, na sua parte central, 6 orifícios de 4 mm de diâmetro e, ao girar, movimenta as sementes, que caem por gravidade através do orifício para dentro do sulco; em seguida, as sementes são aterradas por duas correntes pequenas. Este mecanismo apresenta uma aceitável distribuição das sementes, desde que se mantenha uma quantidade acima de 1/3 da sua capacidade de abastecimento. Para melhor desempenho da semeadora, o solo deve estar bem preparado e isento de torrões, pedras e restos de vegetação. Nestas condições, a semeadora de duas linhas tem capacidade de plantar 4 ha em um dia de trabalho, além de dispensar a operação de desbaste (QUEIROGA et al., 2008).

Foto: Luiz Leme



Fig. 26. Semeadora mecânica manual de duas linhas usada no plantio de sementes de gergelim.

Com o plantio mecanizado, solo bem preparado e uso de sementes de elevado valor cultural, com pureza de 98% e germinação acima de 95%, a Embrapa Algodão instalou com sucesso um campo de gergelim na Estação Experimental da Embrapa Algodão, em Missão Velha, CE. Foi feita apenas uma pequena adaptação na plantadeira da marca Semeato (Figura 27), para o plantio definitivo no espaçamento de 90 cm entre fileiras, deixando-se de 12 a 15 plantas por metro linear e sem a operação de desbaste. Para o plantio das pequenas sementes de gergelim, utilizaram-se os discos recomendados pelo fabricante para sementes deslintadas de algodão. Esta adaptação consistiu em fecharem-se os furos dos discos com Durepox e, em seguida, abrirem-se novamente todos eles através de furadeira e broca de 0,6 polegadas, para re-uso no plantio de gergelim. Outra opção seria mandar confeccionar um novo conjunto de discos com orifícios menores.

Foto: Tarcísio Marcos de Souza Gondim



Fig. 27. Plantio de sementes de gergelim numa plantadeira adaptada no ensaio de campo da Estação Experimental da Embrapa Algodão de Missão Velha, CE.

O sistema pneumático de distribuição de sementes é um método de precisão de alta tecnologia e muito utilizado para a semeadura de sementes de gergelim, permitindo que se trabalhe a grande velocidade (Figura 28). É uma tecnologia bem mais cara que a dos métodos tradicionais, pois, necessita da tomada de força do trator para seu acionamento, além de requerer cuidado permanente da

estanqueidade do ar e ajustes na seleção das sementes. Existem várias formas construtivas; a mais comum consiste de um platô vertical com sucção lateral, em que a face interna fica em contato com um depósito de sementes e, a externa, recoberta por uma camada onde se cria a sucção por meio de uma turbina, única para todos os elementos semeadores. A sucção faz a adesão das sementes aos orifícios do platô, arrastando-as até uma zona de descarga, quando a sucção desaparece e as sementes caem por gravidade para dentro do sulco. Para evitar que a sucção transporte várias sementes no orifício, existe uma unha dentada de posição regulável que limita o número de sementes selecionadas. Os orifícios do platô são menores que a semente; para sementes hortícolas, existem orifícios cujo diâmetro varia entre 0,4 e 2 mm. O número de sementes por metro linear é regulado pelo número de furos do disco e da distância percorrida pela roda motora para cada volta do disco (SILVA et al., 2001).

Foto: Jerry Riney



Fig. 28. Plantio de gergelim tratorizado pelo sistema pneumático de distribuição de sementes.

Além de usar a rotação com as culturas de algodão, feijão, soja e milho, Langham et al. (2006) recomenda utilizar, para semeadura direta do gergelim em rotação com o trigo, a semeadora da marca John Deere de sistema dosificador pneumático com 24 bocas de descarga entre as fileiras do cultivo anterior (Figura 29). Esta máquina tem disco especial liso na parte dianteira para cortar as plantas daninhas e abrir um sulco muito delgado para colocar o fertilizante. Possui também outro disco conjugado de borda liso para abrir o sulco de semeadura e um sistema de dobro disco inclinado para depositar as sementes. E

na parte final, tem um sistema para tapar e prensar o sulco formado pelas duas rodas inclinadas (JOHN DEERE HARVESTER WORKS, 1992).

O mecanismo dosificador é pneumático e para o plantio da semente natural de gergelim é usado o disco que a firma John Deere recomenda para beterraba açucareira, nº H-136445 de 45 orifícios, e o disco específico para sorgo, nº A-430366 também com 45 orifícios. A roda de terra tem pneumático nº 7.60-15 para um perímetro de 2,20 m, com uma pressão de inflado de 2,8 bar (40 lb/polegada²). A caixa de câmbio ou jogo de engrenagens tem 5 engrenagens impulsores e 5 impulsores para 25 alternativas de separação das sementes na fileira e nos intervalos, alto e baixo, para um total de 50 alternativas de densidade de plantio em linha (LANGHAM et al., 2006).

Algumas plantadeiras adaptadas de algodão são indicadas por Langham e Wiemers (2007) para o plantio com sementes de gergelim no Texas, USA, as quais incluem as seguintes marcas de máquinas e modelos:

- John Deere modelo 71 Flex: Disco B-Sorgo 00-30.
- John Deere modelo 800: Disco B-Sorgo 00-30.
- John Deere modelo 80: Disco para sorgo.
- John Deere modelo Max-emerge: disco A-36323.
- John Deere modelo Max-emerge II. Plantadeira a vácuo: Disco para beterraba.

Foto: Jimmy Meeks



Fig. 29. Semeadura direta de gergelim pelo sistema pneumático de distribuição de sementes em rotação com o trigo.

3.11 Herbicida

O gergelim é considerado uma planta de folhas largas (dicotiledônea), semelhante às outras espécies como girassol, algodão, feijão e soja. Portanto, a maioria dos herbicidas usados nas mesmas áreas das respectivas culturas precedentes ao plantio de safrinha do gergelim, não causará problema a essa subsequente plantação. Se tiver havido falhas com a colheita da cultura anterior, problemas potenciais podem ocorrer com o posterior campo de gergelim (LANGHAM et al., 2008).

O controle químico de plantas daninhas é feito através de herbicidas, e vários fatores devem ser considerados, entre eles, a composição textural do solo e teor de matéria orgânica; solos com baixo teor de argila (menor que 15%) e com baixo teor de matéria orgânica (menos de 2%) devem receber doses menores que os solos com elevado teor de argila (acima de 35%) e com elevado teor de matéria orgânica (acima de 4%). É importante também conhecer os tipos de ervas predominantes (BELTRÃO; VIEIRA, 2001).

Os herbicidas (diuron, pendimethalin, e alachlor), testados no gergelim são, na maioria, pré-emergentes. O produtor deve preparar a área, plantar em solo úmido e, logo depois aplicar o herbicida. Os herbicidas Diuron e Pendimethalin foram testados em pré-emergência, em solo Bruno não cálcico, de textura franco-arenosa; nestas condições, as dosagens de 0,50 kg (diuron) + 0,75 kg (pendimethalin) do ingrediente ativo/hectare foram suficientes para um bom nível de controle das plantas daninhas. Em solo tipo Vertissolo de textura argilosa, além dos herbicidas citados acima, usou-se o Alachlor. As seguintes dosagens foram suficientes para um excelente nível de controle de plantas daninhas: 0,75 kg (diuron) + 1,25 kg (pendimethalin) e 0,75 kg (diuron) + 1,44 kg (alachlor) do ingrediente ativo/hectare. Nestas condições, o custo da capina química proporcionou, uma redução média de 73%, em relação ao custo da capina manual, com enxada (BELTRÃO; VIEIRA, 2001).

Quando se usa o herbicida na lavoura do gergelim, deve-se ter o cuidado para se cobrir bem as sementes com terra e elas não fiquem muito na superfície, como 1 a 1,5 cm, pois, dependendo das características químicas e físicas do herbicida, poderá haver lixiviação; conseqüentemente, o produto pode entrar em contato com as sementes e danificá-las. De acordo com Weiss (1983), o ideal é colocar as sementes de 3 a 5 cm de profundidade e esse ajuste dependerá do tipo de solo.

Segundo Saad (1972), o importante é usar o herbicida correto para cada situação, a qual envolve dosagens, época de aplicação e vazão de calda, com o pulverizador em pleno estado de funcionamento e calibrado, com o tipo de bico recomendado para a formulação do produto, bem como o melhor filtro a ser utilizado.

Com base no tamanho da área plantada, o herbicida pode ser aplicado por diferentes tipos de pulverizadores mecânicos (SAAD, 1972; Figura 30). Mesmo assim, a escolha desse equipamento pelo produtor está praticamente associada às suas condições financeiras, uma vez que seu emprego fica restrito apenas aos produtos herbicidas; isso porque muitos produtores não sabem lavá-lo convenientemente, visando usá-lo corretamente no combate de pragas da lavoura com os inseticidas.

Fotos: Ray Langham



Fig. 30. Aplicações de herbicidas em pré-emergência na cultura do gergelim com os seguintes equipamentos: A) pulverizador de herbicida manual com sistema de bombeamento movido por rodas, B) pulverizador de herbicida a tração animal com sistema de bombeamento movido por rodas, e C) pulverizador de barra tratorizado aplicando o herbicida de pré-emergência após a semeadura do campo de gergelim.

Ainda vale destacar que no município de São João do Sabugi-RN, os produtores estão realizando a capina da lavoura de gergelim (espaçamento de 90 cm entre fileiras) com os mini-tratores cultivadores, do tipo Tobatta com uma bitola de 80 cm, alugados de uma associação de pequenos produtores do referido município (Figura 31). O produtor paga R\$ 12,00 /hora de serviço prestado para essa associação, já incluindo o operador da máquina; o rendimento por hectare do mini-trator fica em torno de 6 horas (R\$ 72,00).

Foto: Odilon Reny Ribeiro



Fig. 31. Mini-trator cultivador utilizado pelos produtores de São João do Sabugi, RN para capinar os campos de gergelim.

3.12 Irrigação

O gergelim é extremamente sensível ao encharcamento e, segundo Weiss (1983), o excesso de umidade em qualquer estágio do desenvolvimento da cultura aumenta a incidência de doenças fúngicas, reduzindo sua produtividade. Geralmente, o gergelim oferece mais retorno para o produtor com menor custo (menor risco) do que a maioria das outras opções de culturas (LANGHAM et al., 2008).

Langham et al.(2006) têm afirmado que o gergelim é uma das culturas mais tolerantes à seca do mundo, mas, as mais altas produtividades - 2,5 kg/ha ou mais - são obtidas quando a cultura se desenvolve sob condições irrigadas, principalmente nas regiões áridas (Figura 32), pois, o clima quente e seco é mais favorável à cultura, uma vez que a baixa umidade reduz a incidência de doenças fúngicas (BEECH, 1981).



Foto: Nair Helena de Castro Arriel

Fig. 32. Campo de gergelim irrigado pelo sistema de pivô central na propriedade Bebida Velha, Touros, RN.

Com relação ao cultivo do gergelim, Langham (2008) cita dois tipos. O primeiro tipo de gergelim refere-se às cultivares adaptadas para as regiões áridas e secas, as quais poderão ser susceptíveis a muitas doenças se forem plantadas em zonas úmidas; o segundo tipo, refere-se às cultivares desenvolvidas para regiões mais chuvosas que, se forem cultivadas em ambiente seco, irão apresentar baixo desempenho produtivo.

Com relação aos sistemas de irrigação, Langham (2008) recomenda três, para o cultivo dessa oleaginosa - sulco, aspersão convencional e pivô central. Para o sistema de sulco, a recomendação é que as irrigações no gergelim sejam rápidas e leves e o turno de rega, freqüente. Deve-se dar preferência aos métodos de irrigação por superfície quando a quantidade de água não é limitante, a fonte se encontra numa posição mais elevada do que a área a ser irrigada, a declividade não for acentuada nem o solo arenoso (Figura 33). Ele constatou que, na ausência de chuva no ciclo da cultura, há necessidade de uma pré-irrigação realizada durante a semeadura (mantendo a lâmina de água retida no sulco) e que as demais irrigações (deixando-se o excesso de água do sulco escorrer no final do processo), poderão ser realizadas até a quinta semana, em uma ou duas irrigações, com intervalo de 10 a 16 dias. Havendo ocorrência de 50 mm ou mais de chuvas, dentro desse intervalo estabelecido, essa chuva ocasional pode ser considerada como substituto da irrigação pelo método de sulco.

Foto: Ray Langham



Fig. 33. Campo de gergelim irrigado por sulco no Texas, USA

Quando houver necessidade de bombeamento e a água não for salina, a aspersão convencional é o método de irrigação que tem mais chance de ser usado pelos pequenos produtores de gergelim no Nordeste do Brasil.

Utilizando-se o método de irrigação por pivô central, uma lâmina de água de 50 a 100 mm poderá ser aplicada, dependendo da quantidade de umidade existente no perfil do solo. Langham (2008) verificou que, se uma pré-irrigação for realizada durante a semeadura e não ocorrer chuva no ciclo da cultura, as demais irrigações deverão ser efetuadas até a quinta semana, em duas ou três irrigações com a lâmina de água entre 25 mm e 38 mm, em intervalo de 7 a 12 dias. Havendo ocorrência de 38 mm ou mais de chuva, dentro desse intervalo estabelecido, essa chuva ocasional pode ser considerada como substituto da irrigação pelo método de pivô central.

Este número de irrigações e seu intervalo dependem do solo. Em solos leves, a planta do gergelim necessita de irrigações com mais frequência. Langham (2008) recomenda, ainda, que a irrigação pelo sistema de pivô central seja encerrada quando for atingido 50% da capacidade de floração da planta, o que ocorre entre 70 e 80 dias, dependendo da cultivar Sesaco utilizada. Atualmente, as variedades Sesaco 26 e Sesaco 28 são as mais indicadas para irrigação. O mesmo autor admite que a sub-irrigação é mais satisfatória para o desenvolvimento da planta do gergelim que o excesso de irrigação, mas, é necessário impor-se certo estresse hídrico às plantas, para que as raízes se tornem mais profundas.

3.13 Controle de doenças

A cultura do gergelim apresenta suscetibilidade a várias doenças (FRANCO, 1970), algumas das quais de grande importância econômica. No Brasil, as doenças fúngicas, como a cercosporiose, a mancha angular, a podridão negra do caule e a murcha de Fusarium, constituem as principais doenças que ocorrem em áreas de cultivo. O grau de severidade de ataque das doenças é determinado, principalmente, pela suscetibilidade das cultivares, das condições ambientais e da idade da planta na época da infecção.

a) Mancha de cercospora

O agente etiológico desta doença é o fungo *Cercospora sesami* Zimm, pertencente à classe Deuteromycetes, ordem Moniliales e família Dematiaceae. Alta umidade relativa do ar e precipitação pluvial elevada concorrem para o maior desenvolvimento da doença. O fungo é transmitido através da semente, tanto externa como internamente (CARDONA, 1943; MALAGUTI, 1973); o patógeno penetra no interior da cápsula e alcança as sementes (Figura 34), tornando-as enegrecidas. As lesões encontradas nos cotilédones das plântulas apresentam abundante inóculo do patógeno, o qual dará origem às infecções secundárias (MALAGUTI, 1973).

Fotos: Fernando Antônio Souto Batista



Fig. 34. Manchas foliares (à esquerda) e manchas nas cápsulas (à direita) causadas por *Cercospora sesami*.

Sintomas

Nas folhas e frutos, os sintomas caracterizam-se pela presença de manchas arredondadas, mais ou menos regulares, com o centro de coloração cinza-claro a esbranquiçado e bordas marrons. Nos caules e pecíolos, as lesões são largas e elípticas, chegando a formar cancrios com áreas necrosadas e deprimidas. Quando a doença incide severamente, as plantas ficam quase que totalmente desfolhadas (LIMA; BATISTA, 1997).

Para evitar a disseminação do fungo para áreas onde não ocorre a doença, recomenda-se a utilização de sementes sadias, livres do patógeno. O tratamento das sementes com fungicidas, à base de Carbendazin e Tiofanato metílico, pode ser empregado para o controle (KUROZAWA et al., 1985).

Pulverizações preventivas com fungicidas que tenham, como ingrediente ativo, o sulfato de cobre, quando as plantas atingirem a altura de 25-30 cm, têm proporcionado controle eficiente desta doença (CARDONA, 1943; MALAGUTI, 1973).

O uso de cultivares resistentes é o método de controle mais eficiente e econômico. O estudo do comportamento de diferentes cultivares comerciais e daquelas pertencentes à seleção de germoplasma, realizado na Venezuela, evidenciou que aquelas testadas foram suscetíveis (MALAGUTI, 1973). Enquanto Arias (1987) observou que as variedades Maporal, Morada indeiscente, Acarigua e Inamar mostraram-se menos suscetíveis. No Brasil, Kurozawa et al. (1985) verificaram que todas as cultivares testadas existentes no país apresentavam suscetibilidade à moléstia; dentre elas a Morada e a Morada Indeiscente comportaram-se como as mais resistentes em condições de campo.

b) Mancha angular

A doença é causada pelo o fungo *Cylindrosporium sesami* Hansford, pertencente à classe Deuteromycetes, ordem Melanconiales e família Melanconiaceae. Além do gergelim, este patógeno pode afetar também a soja (COOK, 1981). O *C. sesami* é transmitido através da semente (MALAGUTI, 1973; ORELLANA, 1961), que é responsável pela disseminação do inóculo de um local para outro. A propagação da doença na área plantada ocorre por meio da disseminação dos esporos através do vento, da chuva e do homem; alta umidade (85%) e temperaturas acima de 22% são condições ideais para a

proliferação da doença (MALAGUTI, 1973). O fungo penetra nas folhas através de aberturas naturais e, uma vez colonizados, os tecidos formam acérvulos subepidermais de cor clara, de onde crescem conidióforos curtos, simples que dão lugar a conídios hialinos filiformes, retos ou curvados e multiseptados (Figura 35).

Fotos: Fernando Antônio Souto Batista



Fig. 35. Sintomas foliares de mancha angular em gergelim.

Sintomas

A doença apresenta-se em plantas adultas, afetando geralmente as folhas, e caracterizam-se pela presença de lesões angulares, poligonais e irregulares, limitadas quase sempre em um ou mais lados pelas nervuras. Estas lesões apresentam coloração parda ou pardo-escura e são uniformes, com tonalidade mais clara na face inferior da folha. Estruturas do patógeno podem ser encontradas em ambas as faces da folha, sendo mais abundantes na face adaxial. A mancha angular afeta com maior intensidade, folhas baixas mais velhas, localizadas no terço inferior das plantas, induzindo à desfolha nesta região (LIMA; BATISTA, 1997).

Para o controle desta doença, recomenda-se a desinfecção das sementes (MALAGUTI; CICCARONE, 1967); contudo, o controle mais eficiente e econômico é a utilização de cultivares resistentes (FERRER, 1960; ORELLANA, 1961). Nos cultivos em áreas de baixa umidade relativa (< 60%) e altas temperaturas (> 28°C), os danos foliares são mínimos.

Estudos realizados, por Lima e Soares (1992), em 16 cultivares de gergelim, evidenciaram diferenças significativas quanto ao nível de resistência a esta doença, tendo as cultivares Seridó 1 SM2 e CNPA G2, comportado-se como as mais resistentes. Entretanto, para a cultivar CNPA G2 têm-se observado um aumento crescente dos danos causados pela doença.

c) Podridão negra do caule

A doença é causada pelo fungo *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid, cujo estágio esclerocial corresponde a *Sclerotium bataticola* Taub. Este fungo pertence à classe dos Deuteromycetes, ordem Sphaeropsidales e família Sphaeropsidaceae. *Macrophomina phaseolina* afeta mais de 500 espécies cultivadas e não cultivadas em diferentes partes do mundo (WEISS, 1983), dentre as quais a mamoneira, o algodoeiro, o feijoeiro, a soja, o girassol, o milho e várias outras espécies de plantas de importância econômica.

Sintomas

Os sintomas caracterizam-se pela presença de lesões de coloração marrom-clara nos caules e ramos da planta, que podem circundar os referidos órgãos ou neles se estenderem longitudinalmente, podendo alcançar o broto terminal da planta (Figura 36). À medida que o dano avança, ramos, cápsulas e folhas secam. As plantas afetadas murcham e morrem (LIMA et al., 1997).

O desenvolvimento da doença e o crescimento do patógeno são favorecidos sob condições de altas temperaturas (20°C a 35°C) e baixa umidade do solo. O nível de infecção é agravado em solos arenosos onde a capacidade de retenção da água é menor; baixa disponibilidade de potássio no solo também está relacionada a um alto índice desta moléstia (WEISS, 1983; PINEDA e AVILA, 1990). Para evitar a introdução deste patógeno em áreas onde a doença não ocorre, devem-se utilizar sementes saudáveis, provenientes de campos isentos da doença.

De acordo com Pineda e Ávila (1990), o fungicida Propineb, usado no tratamento de sementes, na dose de 1 % em combinação com o tratamento do solo com o herbicida Alachlor, pode reduzir a população de *M. phaseolina* no solo e, conseqüentemente, a percentagem de plantas afetadas pela podridão

Fotos: Fernando Antônio Souto Batista



Fig. 36. Lesões de coloração marrom-clara nos caules (à esquerda) e ramos (à direita) da planta.

negra. Fertilizações ricas em nitrogênio favorecem a redução da densidade do inóculo. Al-Beldawi et al., citados por Cook (1981), conseguiram diminuir, substancialmente, a incidência da doença em condições experimentais, adicionando Benomyl ao solo infestado, numa proporção de 0,3-2,4g para 5kg de solo. Experimentos em laboratório, realizados por Lima et al. (1997), comprovaram a eficiência do Benomyl e do herbicida Alachlor no controle deste patógeno.

Embora, o uso de cultivares resistentes pareça ser o método de controle mais eficiente, não se dispõe de genótipos de gergelim que apresentem alto nível de resistência a esta doença. Pesquisas realizadas por Al-Ani et al. (1970) concluíram que todas as cultivares avaliadas apresentaram suscetibilidade a esta doença; dentre estas, a Gheza 10 e a Gheza 23 comportaram-se como as menos suscetíveis. Segundo Mazzani (1999) a espécie *S. radiatum* e diversos cultivares africanos se constituem em importante fonte resistência ou tolerância às doenças do gergelim.

Estudos realizados por Urdaneta e Bauer (1981) em diferentes regiões do México, constataram que, dentre vários genótipos de gergelim avaliados os cultivares Calinda, Eva, Oro, Verde Nacional, Rubio de la Huacana e Instituto 71, comportaram-se como as mais resistentes.

Segundo Correa (1990) as cultivares colombianas de gergelim, ICA pacande, ICA Ambalá, ICA Matoso e SESICA M. 11, são tolerantes à podridão negra do caule. Na Venezuela, foram desenvolvidas as cultivares resistentes Maporal, Arawaca e Aceitera (MAZZANI et al. 1981; MONTILLA et al. 1990).

No Brasil, pesquisas realizadas por Arriel et al. (1997) evidenciaram que a maioria dos genótipos avaliados foram suscetíveis. Os genótipos Ahnsan, Morada 6717, Tasso 8, CNPA Joro 11, CNPA 86-101, CNPA 86-77, CNPA 86-131, Zirra FAO e Seridó 1 SM apresentaram os menores níveis de infecção, enquanto a Inamar e a SB-S-5-LP-85 comportaram-se como tolerantes à doença.

d) Murcha de Fusarium

A doença é causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* f. *sesami* Cast., pertencente à classe Deuteromycetes, ordem Moniliales e família Tuberculariaceae.

Quando o fungo se estabelece nos vasos do xilema passa a segregar enzimas pectolíticas que atuam sobre substâncias pécicas dos vasos vasculares ocorrendo a produção de melaninas de coloração parda, que são absorvidas pelas paredes lignificadas dos vasos xilemáticos, dando lugar à coloração marrom, que é característica da presença da enfermidade, conforme Figura 37.

Foto: Fernando Antônio Souto Batista



Fig. 37. Planta afetada pela murcha de Fusarium.

Sintomas

Os sintomas caracterizam-se pela flacidez e pela murcha das plantas, as quais, posteriormente, morrem e secam. Por meio de um corte transversal feito no caule de uma planta doente, pode-se observar o enegrecimento dos tecidos do sistema vascular. A doença incide em qualquer estágio de desenvolvimento da planta, desde a fase de plântula até a maturação (MALAGUTI, 1959).

O fusarium é um fungo de solo e vive saprofiticamente em restos de cultura, podendo sobreviver por longos períodos sob a forma de esporos de resistência, os clamidosporos; a sua disseminação ocorre, principalmente, através de partículas de solo contaminado e pela água de chuva ou de irrigação; a disseminação a longas distâncias é facilitada pelo fato de o patógeno infectar as sementes tanto via interna como externa (ABD EL CHANY et al., 1970).

Aliados ao uso de cultivares resistentes, a rotação de cultura, a eliminação de restos culturais, a aplicação de calcário dolomítico e a fertilização rica em nitrogênio e fósforo são medidas que podem auxiliar na redução da densidade de inóculo do patógeno no solo.

A cultivar Aceitera é resistente à doença (MAZZANI et al., 1981), enquanto as Glauca, Acarigua, Morada e Venezuela 51 são moderadamente resistentes (FRANCO, 1970).

3.14 Controle de pragas

Em geral, o gergelim é afetado por inúmeros insetos, a maioria polívoros que afetam outras plantas, especialmente oleaginosas. A seguir serão apresentados a caracterização dos danos das principais pragas do gergelim constatadas em lavouras brasileiras e o seu controle.

a) Lagarta enroladeira - *Antigastra catalaunalis* (Duponchel) (Lepidoptera: Pyralidae)

Caracterização do dano

As lagartas enrolam as folhas terminais e, dentro delas tecem teias, alimentando-se de brotos, flores, cápsulas imaturas e sementes. Atacam o cultivo a partir dos 15 dias de crescimento até o amadurecimento das cápsulas. No estágio inicial, os maiores danos ocorrem nas folhas e nos ramos terminais, originando crescimento atrofiado (Figura 38). Altas infestações fazem a planta parecer

enferma e de aspecto sujo. Uma lagarta pode destruir 2 a 3 plantas jovens. Na floração, as lagartas alimentam-se das flores, causando sua infertilidade e reduzindo grandemente a produção (TOVAR et al., 2000).

Controle: plantio antecipado, para regiões com estações chuvosas definidas; eliminação das ervas daninhas próximo ao cultivo, já que estas servem de hospedeiras para a praga (APONTE, 1990); uso dos inseticidas deltamethrin ou carbaril, aplicados durante os estágios de crescimento da cultura anteriores à frutificação (CHOUDHARY, 1986; VIEIRA et al., 1986). Choudhary (1986) observou que o incremento diário de um grau à temperatura máxima provocou considerável declínio na infestação de *A. catalaunalis*.

Fotos: Lúcia Helena Avelino Araújo



Fig. 38. Danos ocasionados pela lagarta enroladeira no ápice da planta (superior) e na cápsula (inferior).

b) Cigarrinha Verde - *Empoasca* sp. (Homoptera: Cicadellidae)

Caracterização do dano

Os danos caracterizam-se pela sucção da seiva e pela inoculação de toxinas, que comprometem o desenvolvimento da planta e de sua produção. As plantas atacadas apresentam as folhas com uma coloração verde-amarelado, com bordas enroladas para baixo e estiolamento dos ramos tenros. Quanto mais cedo este inseto for controlado, menores serão os danos na produção (Figura 39). São agentes transmissores de viroses e da filoidia do gergelim, especialmente quando existem lavouras de feijão macassar (*Vigna unguiculata* L. Walp.) e malváceas (guaxumas e vassourinhas) infectadas com viroses em áreas próximas ao plantio (BELTRÃO e FREIRE, 1986).

Controle: o controle químico deve ser efetuado com inseticidas sistêmicos, à base de demeton-metílico, thiometon ou pirimicarb (Beltrão e Freire, 1986).

Fotos: Lúcia Helena Avelino Araújo



Fig. 39. Danos causados pela cigarrinha verde

**c) Pulgão - *Aphis* sp.; *Myzus persicae* (SULZER, 1776)
(Hemiptera: Aphididae)**

Trata-se de uma praga importante, em particular nas culturas conduzidas sob irrigação e/ou consorciadas com algodoeiro; contudo, seu ataque está mais ligado às condições climáticas - dias nublados, quentes e relativamente úmidos, favorecem o seu aparecimento (Figura 40).

Foto: Sérgio Cobei



Foto: Tarcísio Marcos de Souza Gondim

Fig. 40. Colônia de pulgões em folhas de gergelim.

Caracterização do dano

Inicialmente, seu ataque se concentra em reboleiras e, depois, atinge toda a plantação; encontram-se, preferencialmente, na face inferior das folhas e quando o ataque é severo ocorre a paralisação do crescimento das plantas. Ao sugarem a seiva, os pulgões retiram o açúcar da planta, excretando-o em forma de melado, que recobre as folhas e, posteriormente, servirá de substrato para o desenvolvimento do fungo denominado vulgarmente "fumagina", o qual impede a fotossíntese. São eficientes transmissores de viroses (GONDIM et al., 1993).

Controle: aplicação de inseticidas sistêmicos quando houver necessidade para que não se elimine a população de inimigos naturais, como os parasitóides (*Lysiphlebus testaceipes* (Figura A), *Aphidius* spp.) e predadores (*Cycloneda sanguinea* (Figura B), *Chrysoperla externa* (Figura C), *Orius* sp. (Figura 41)). Chuvas intensas diminuem as populações de pulgões.

Fotos: A e B Lúcia Helena Avelino Araújo

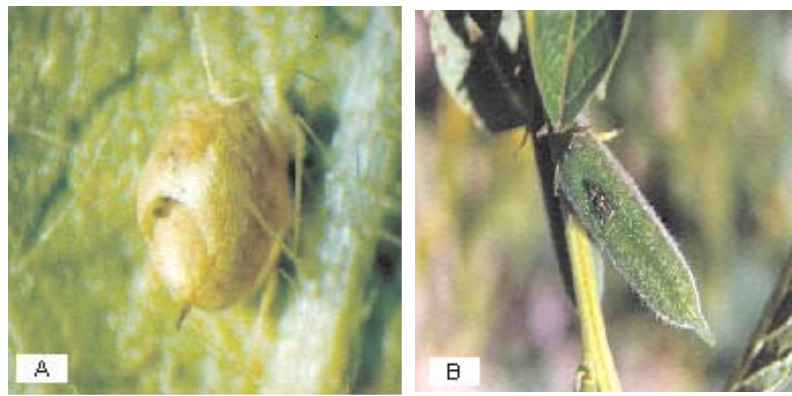


Foto: Sérgio Cobel

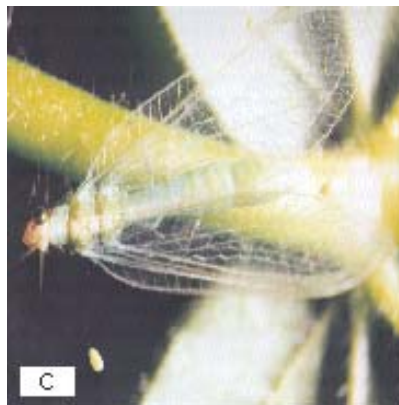


Fig. 41. A) Ninfas de pulgões parasitadas pela vespinha *Lysiphlebus testaceipes*; B) Larva de joaninha *Cycloneda sanguinea*; C) Adulto de *Chrysoperla externa*

d) Mosca branca - *Bemisia argentifolii* (BELLOWS; PERRING,1994); *Bemisia tabaci* (Gennadius,1889) (Homoptera, Aleyrodidae).

Caracterização do dano

O dano direto ao cultivo é provocado tanto pelo inseto adulto como pelas ninfas, que se estabelecem em colônias na face inferior das folhas, onde sugam a seiva da planta (Figura 42). Altas infestações da praga definham as plantas, provocando "mela", um complexo de açúcares, que promove o crescimento de fungos saprófitas, geralmente do gênero *Capnodium*, ocasionando o aparecimento da "fumagina" sobre folhas, ramos e vagens, reduzindo a capacidade fotossintética da planta (VILLAS BOAS et al.,1997).

Controle: eliminar as ervas daninhas próximas ao cultivo; evitar plantar gergelim próximo a lavouras infestadas com a praga; fazer barreiras com milho ou sorgo forrageiro, servindo de quebra-vento e, também, utilizar inseticidas para adultos e ninfas de mosca branca; utilizar detergentes neutros (160ml/20litros d'água) ou óleos (0,5 a 0,8%) ou sabões, para redução do número de ninfas, em pulverizações dirigidas à parte inferior da folha. Esta pulverização deve ser feita cedo da manhã ou após as 16:00 horas para evitar fitotoxidade; não repetir o mesmo princípio ativo nem usar mistura de produtos, pois esta prática facilita o aparecimento de resistência a inseticidas (ARAUJO et al., 1998).

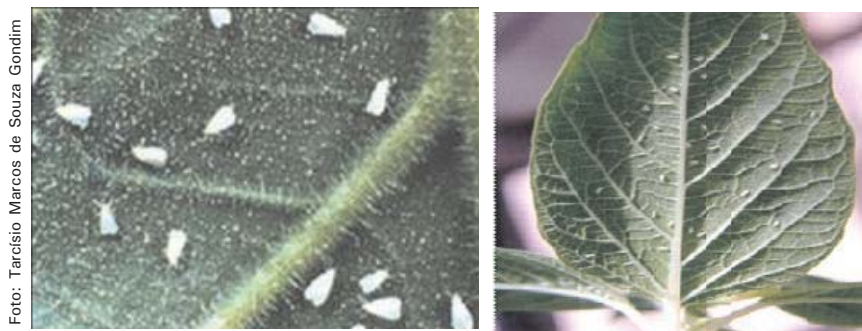


Fig. 42. Adultos de mosca branca (superior) e Ninfas de mosca branca (inferior).

e) Saúvas - *Atta* spp.(Hymenoptera, Formicidae)

Os prejuízos causados pelas formigas cortadeiras são consideráveis, pois, cortam as folhas e ramos tenros, podendo destruir completamente as plantas na sua fase inicial de desenvolvimento (Figura 43). O controle químico, através de iscas tóxicas granuladas, é muito utilizado, mas deve ser evitado em dias chuvosos e solos úmidos. As iscas devem ser distribuídas em porções ou dentro de porta-isca, ao lado dos carreiros ativos. É importante que vistorias freqüentes sejam realizadas na área de plantio (MARICONI, 1990). Em áreas recém desmatadas deve-se, efetuar o controle das saúvas para evitar falhas na lavoura (BELTRÃO et al., 1994).

Fotos: Tarcísio Marcos de Souza Gondim



Fig. 43. Ataque de formigas saúvas (*Atta* spp) em cultivo de gergelim

Por outro lado, é importante que o produtor efetue inspeções periódicas na área, pois, uma vez fora de controle, dificilmente algum método, mesmo o químico trará resultados satisfatórios no combate das pragas (BELTRÃO; VIEIRA, 2001). Na Tabela 11, encontram-se listados alguns produtos químicos sugeridos para o controle das principais pragas do gergelim.

Tabela 11. Produtos químicos sugeridos para o controle das pragas do gergelim.

Produto Comercial	Ingrediente ativo	Dosagem i.a/ha	Classificação toxicológica	Praga-alvo
Orthene 750 BR	Acephate	7,5/kgsem.	PT	Pulgão, mosca branca
Marshal 350 TS	Carbosulfan	7,0/kgsem	AT	Pulgão, cigarrinha
Temik 150	Aldicarb	750	AT	Pulgão, cigarrinha
Lannate 215 BR	Methomyl	258	MT	Pulgão, lagarta
Nuvacron 400	Monocrotophos	120	AT	Pulgão, mosca branca
Dimetoato 400	Dimethoate	250	AT	Pulgão, mosca branca
Ekatin 250	Thiometon	65,5	MT	Pulgão, cigarrinha
Pi-rimor	Pirimicarb	37,5 a 50,0	MT	Pulgão, cigarrinha
Thiodan 350	Endosulfan	525	AT	Mosca-branca, lagarta, pulgão
Hostathion 400 BR	Triazophos	280	MT	Pulgão, lagarta, cigarrinha
Tamaron 600 BR	Metamidophos	300	MT	Pulgão, cigarrinha
Sevin 850 PM	Carbaryl	1.200,0	MT	Lagarta, besouro amarelo
Dipel 32 PM	<i>B. thuringiensis</i>	16	PNT	Lagarta
Dimilin 250 PM	Diflubenzuron	12,5	PT	Lagarta
Match 50 CE	Lufenuron	15	PT	Lagarta
Decis 25 CE	Deltamethrin	10,0	AT	Pulgão, mosca branca, lagarta

AT - Altamente tóxico; MT - mediantemente tóxico; PT - pouco tóxico; PNT - Praticamente não tóxico

Dependendo do tamanho do campo de gergelim, as pulverizações contra as pragas poderão ser realizadas com os seguintes tipos de equipamentos (Figura 44): pulverizador costal (até 3 ha), pulverização electrotástica com o Electrodyn (até 5 ha), pulverizador a tração animal (até 10 ha), pulverizador tratorizado de barra (entre 50 a 100 ha) e pulverização por avião (acima de 100 ha).

Fotos: Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva

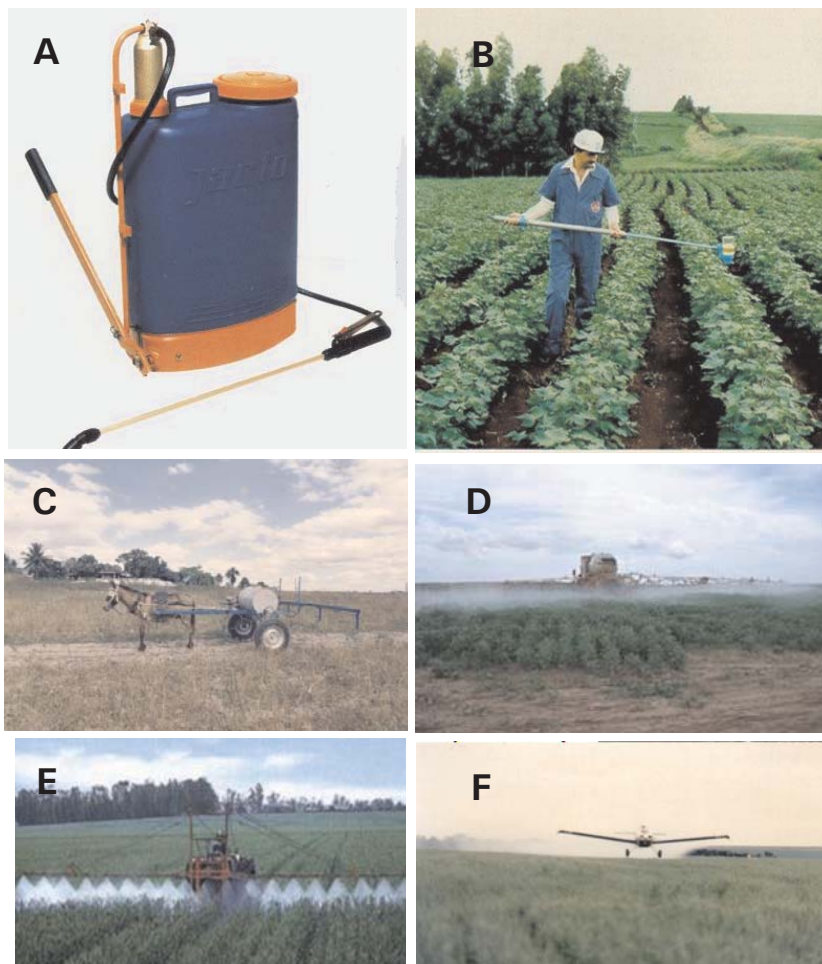


Fig. 44. Diferentes pulverizadores utilizados no controle de pragas do gergelim: A) pulverizador costal, B) electrodyn, C) pulverizador a tração animal, D, E) pulverizador tratorizado tipo barra e F) pulverização por avião.

- Obs: O recipiente do electrodyn pode ser reabastecido com: 50% de óleo bruto de algodão (ou óleo de girassol) + 50% de Endosulfan

3.15 Formação de quebra-ventos com plantas de neem e preparação de bioinseticida

Estudando o efeito das barreiras de quebra-ventos sobre o desempenho produtivo das plantas de gergelim na Venezuela, Moreno (1985)

constatou que o rendimento de sementes foi 47% superior para as planta que cresceram sem proteção, quando esse campo foi protegido por quebra-ventos altos, e de 39%, quando a proteção do campo foi feita com barreiras de porte médio (Tabela 12). Esta proteção média contra os ventos pode ser obtida com plantio de neem no espaçamento de 2,5 m a 3,0 m entre covas (Figura 45); a proteção alta, pode ser obtida plantando-se alternadamente o neem e eucalipto, no espaçamento de 3 metros entre covas.

Tabela 12. Alturas dos quebra-ventos utilizadas nos campos de gergelim deiscantes da Venezuela e suas influências sobre o rendimento de sementes.

Proteção	Kg/ha	Incremento de produtividade (%)
Alta	1.236	147
Média	1.165	139
Nula	839	100

Fotos: Vicente de Paula Queiroga



Fig. 45. Quebra-ventos com plantas de neem para proteção média da lavoura de gergelim: A) Barreira adensada, com espaçamento de 2,5 m entre plantas e B) Barreira pouca adensada com espaçamento de 4 m.

A influência dos ventos sobre as perdas de frutos das plantas de gergelim foi observada por Langham (2008), o qual verificou, em campo, que as cápsulas sofriam fricção das hastes e dos ramos por influência dos constantes ventos de uma determinada região, o que provocava a queda dos frutos da planta. As vezes, embora alguns frutos em atritos com os ramos possam permanecer fixos às plantas, pode ocorrer escurecimento da superfície do epicarpo (área

lesionada), o que poderá provocar o amadurecimento precoce; no caso da cultivar deiscente, as sementes das cápsulas lesionadas vão cair no chão mais cedo (amadurecimento fisiológico desuniforme). Dependendo da intensidade dos ventos, Langham (2008) admite que em um campo de gergelim mais adensado, perdas dos frutos podem chegar a 70%. Este fato ocorreu no sul da França, o que inviabilizou seu plantio naquele País.

O neem, que pode ser usado como barreira vegetal (quebra-ventos) e como cerca viva ecológica, é considerado a planta das mil e uma utilidades. O composto ativo, o *Azadirachtina indica*, repele os insetos e controla-os, impedindo sua metamorfose em fase de larva. Os insetos que se mostraram mais sensíveis ao neem foram lagartas, pulgões, cigarrinhas e besouros mastigadores. Resultados de pesquisa já comprovaram seu efeito sobre as larvas e pupas da lagarta-do-cartucho do milho, curuquerê do algodoeiro, ácaros, bicho-mineiro e cochonilhas. Além de inseticida, a planta de neem atua como repelente, inibidor de crescimento de pragas, fungicida e nematicida.

O uso do neem poderá controlar as pragas do gergelim e reduzir seus custos de produção. Em razão disso, a Embrapa Algodão recomenda adquirir mudas de neem para serem plantadas pelos produtores das regiões Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste. Para atingir a auto-suficiência na produção de bioinseticidas a base de neem, é necessário apenas manter uma ou duas fileiras de plantas de neem em redor do campo do gergelim, visando também reduzir as perdas de frutos das plantas e/ou sementes das cápsulas pela ação do vento. Langham (1999) afirma que o neem está habilitado para ser usado na cultura do gergelim, após seu reconhecimento pelo Departamento de Agricultura dos USA para controle de pragas (bio-inseticida).

Antes do plantio do gergelim, os próprios produtores devem preparar preventivamente o macerado de neem para combater as pragas na fase inicial de infestação (lagartas ainda pequenas, pulgões, cochonilhas na fase larval, cigarrinha, mosca-branca na fase de ninfa, etc), pois, as mesmas são mais vulneráveis à ação dos bioinseticidas. Recomenda-se guardar a solução de neem em depósito de plástico lacrado (Figura 46) para evitar a perda do seu princípio ativo e armazenar a solução na quantidade suficiente para uma ou duas pulverizações no campo de gergelim.

O rendimento dos frutos do neem varia entre 25 e 50 kg por árvore, de acordo com temperatura, umidade, tipo de solo e genótipo da planta. Normalmente, 50 kg de frutos maduros têm cerca de 30 kg de sementes, as quais produzem em média 6 kg de óleo e 21 kg de pasta. Cada quilograma de sementes secas contém, aproximadamente, 3.000 unidades (SOARES et al., 2003).

Foto: Vicente de Paula Queiroga



Fig. 46. Armazenamento preventivo da solução de neem em depósito de plástico como estratégia de controle das pragas do gergelim

Depois do despolpamento dos frutos, as sementes de neem devem ser colocadas ao sol, em camadas finas, sobre terreiros cimentados. Deve-se evitar o contato delas com a umidade, para não ocorrer mofo. Esta operação requer um único dia de sol, já que, posteriormente, as sementes devem ser transportadas para locais sombreados, onde permanecerão cerca de oito dias.

Os extratos de neem podem ser preparados com a simples trituração das sementes ou frutos frescos, em água, deixando-se a mistura descansar por 24 horas, filtrando-se o líquido e pulverizando-o sobre as áreas infestadas. O mesmo procedimento pode ser utilizado para folhas frescas ou secas (Figura 47), embora a Azadirachtina nesse caso, ocorra em menor concentração (SOARES et al., 2003).

Outro cuidado de suma importância, ao final do processo de secagem, é o recolhimento e o acondicionamento das sementes do neem em sacos de aniagem, para permitir boa aeração e evitar o aparecimento de fungos patogênicos, que possam causar deterioração das mesmas.

Satisfeitas essas condições básicas, as sementes de neem podem ser armazenadas por mais de um ano.

As recomendações dos preparos dos macerados de neem, para sementes despolpadas e folhagens com talos tenros, estão indicadas, respectivamente, nos trabalhos de Dantas (2001) e Soares et al. (2003).

Foto: Vicente de Paula Queiroga



Fig. 47. Operário colocando as folhagens de neem (cortadas) dentro do tambor para preparo de solução

Preparo de macerado para lagartas, pulgões, cigarrinha-verde e mosca-branca:

a) Sementes despulpadas

- Em primeiro lugar, os frutos são coletados e despulpados;
- Após isso as sementes são secas, raladas e imersas em água;
- Na proporção de 30 a 40 g de sementes por litro de água;
- Deixar em repouso por dois dias para cura;
- Coar, acrescentar 10 mL de detergente neutro e completar o volume do pulverizador com água;
- Para o pulverizador de 20 litros, são necessários 700 g de sementes.

Da prensagem da semente pode resultar o óleo e o extrato aquoso. O extrato aquoso pode ser transformado em pó ou em torta prensada para uso como bioinseticida.

b) Folhagem e talos tenros

- 1 kg de folhas e talos tenros picados para 20 litros de água (equivale a 40 a 50 g de folhas por litro de água);
- Passar no liquidificador com 2 litros de água (ou macerado no pilão);

- Deixar os 20 litros da mistura em repouso, por 2 dias, para cura;
- Coar e acrescentar 10 mL de detergente neutro;
- Adicionar o conteúdo no pulverizador costal de 20 litros de água

Segundo Soares et al. (2003), as quantidades a serem utilizadas variam para cada espécie de inseto. De modo geral, recomenda-se por litro de água, de 30 a 40 g de sementes ou de 40 a 50 g de folhas secas.

Outra estratégia ecológica de uso do neem para o controle de formigas seria alimentar a cada três dias os formigueiros com folhagem de neem e, fazendo esta substituição regularmente, as formigas deixam de visitar o campo de gergelim.

3.16 Ponto de colheita

O lançamento periódico de novas cultivares exige estudos sobre as melhores práticas culturais pertinentes a elas, inclusive no que se refere ao momento adequado da colheita para se obter maior produção e melhor qualidade das sementes. Mazzani e Allievi (1966), em estudos com cultivares venezuelanas de gergelim, verificaram que o máximo rendimento e tamanho dos grãos foram obtidos aos 97 dias após a semeadura na cultivar Glauca e aos 89 dias na 'Aceitera'.

Uma característica da maioria das cultivares, especialmente das deiscentes, é o processo acelerado de deiscência natural dos frutos (cápsulas), com conseqüente queda dos grãos, que ocorre logo após o ponto ótimo de maturação, o que, no caso de colheitas retardadas, pode levar a sérias perdas na produção. Weiss (1971) estima que essas perdas podem variar de 20% a 50%.

As colheitas antecipadas também podem causar perdas no rendimento, decorrentes da imaturidade e do desenvolvimento incompleto dos grãos (LAGO et al., 1994; MAZZANI e ALLIEVI, 1966).

Essas perdas na produção, provocadas pela antecipação ou retardamento na colheita - mesmo que sejam de poucos dias -, podem ser significativas. Na Venezuela, em plantios com a cultivar Glauca, colheitas realizadas três dias antes ou quatro dias após o ponto ótimo (97 dias) causaram perdas de, respectivamente 38,6% e 32,7% (MAZZANI; ALLIEVI, 1966). Lago et al. (1994), estudando a cultivar IAC Ouro no ano agrícola 1988/1989, observaram que colheitas antecipadas ou retardadas por cinco dias em relação à faixa ótima

(100-105 dias após emergência no campo) refletiram em decréscimos na produção de 33,2% e 24,6%, respectivamente.

Lago et al. (1994) e Rincón e Silva (1993) observaram que tanto o rendimento como a época de colheita podem variar significativamente com o ano agrícola numa mesma cultivar e região de produção. Eles detectaram variações, de um ano para outro, entre 16% e 20%, quanto ao ponto ótimo de colheita (dias após plantio), e entre 39% e 51%, quanto à produção (kg/ha).

A determinação do ponto de colheita é fundamental para o sucesso econômico da cultura; corresponde ao momento em que a semente atingiu a sua plena maturação fisiológica e é caracterizado como o período em que a semente pára de receber nutrientes da planta (não há mais ganho de matéria seca). Para reduzir as perdas de sementes nos campos dos produtores, o ponto de maturação é determinado em todas as variedades comerciais de gergelim da Venezuela (Tabela 13, MAZZANI, 1999).

Tabela 13. Ponto de maturação e algumas características agrônômicas referentes às principais variedades de gergelim cultivadas na Venezuela.

Cultivares	Ponto de maturação (dias)	Cor da planta na época de maturação	Resistência ao acamamento
Acarigua	90	am	m
Aceitera	94	va	m
Aceiteira M	95	va	m
Arawaca	82	am	a
Cápsula Larga	78	am	b
Caripucha	100	va	m
FONUCLA	87	am	a
Glauc	98	am	m
Inamar	92	am	b
Maporal	92	am-arx	a
Maporal S	94	arx	a
Morada	100	arx	a
Morada id.	112	arx	a
Píritu	96	am	a
Turén	84	am	m
Vzla 51	83	am	b
Vzla 52	118	va	a
Vzla 44	112	va	m

am: amarelado

a: alto

va: verde amarelento

m: médio

arx: arroxead

b: baixo

3.17 Colheita: época do corte das plantas

- Uma maneira de se determinar a época mais oportuna do corte das plantas de gergelim é através da observação do amarelecimento dos frutos, hastes e folhas, durante a maturação (BELTRÃO et al., 1994). Geralmente, a época do corte é determinada pelo produtor pela maturação dos frutos da base do caule, mesmo que os frutos dos ápices do caule estejam imaturos. Agindo assim, o produtor está tentando prevenir a queda das sementes (frutos deiscentes). Quando o produtor antecipa a colheita, aumenta a produção de sementes imaturas com menor teor de óleo, de menor influência no rendimento da cultura (perdas invisíveis).

Segundo Fonseca (1994), a operação de colheita será realizada tão logo as hastes, folhas e cápsulas atinjam o amarelecimento completo e antes que as cápsulas estejam totalmente abertas. As cápsulas da base, nas cultivares deiscentes, abrem-se mais cedo, o que indica o momento exato para se iniciar a colheita.

Este ponto exato para o corte das plantas de gergelim, recomendado por Fonseca (1994), está de acordo com os trabalhos experimentais conduzidos por Mazzani (1983), o qual verificou que as plantas de gergelim colhidas mais tarde, quando os frutos da base das hastes começam a abrir-se, produzem sementes em maior número e de maior tamanho. Este é o momento exato da colheita - pois, daí em diante a deiscência dos frutos progride rapidamente, chegando àqueles localizados no topo da planta -, mesmo que sejam constatadas no campo perdas visíveis de sementes, essas perdas são consideradas insignificantes. Mesmo assim, Mazzani (1999) afirma que o retardamento do corte das plantas por três dias pode representar incremento de 30% no rendimento de sementes, ou seja, desde que o momento exato do corte coincida com o início da abertura dos frutos do baixeiro das plantas deiscentes de gergelim.

A colheita manual mais utilizada no Brasil consiste no corte da base das plantas com a serra de capim ou facão afiado (Figura 48). Neste caso, o corte da haste das plantas deve ser realizado na altura da inserção dos primeiros frutos (15 a 30 cm), para evitar que os feixes de gergelim fiquem grandes e para não causar dificuldades ao agricultor durante sua batedura sobre lona.

De acordo com estudo realizado pela Embrapa Algodão, no Estado da Paraíba (BELTRÃO; VIEIRA, 2001), por ocasião da colheita manual do gergelim, o produtor teria que efetuar em cada hectare as seguintes etapas: cortar as plantas

Fig. 48. Corte manual das plantas de gergelim (frutos deiscentes) no ponto de colheita



Foto: Marenilson Batista da Silva

e agrupá-las em feixes, amarrá-los com barbante (Figura 49) e, finalmente, fazer a disposição dos mesmos nas cercas de arame para secagem; todas essas tarefas deveriam ser executadas dentro de uma jornada de 8 horas de trabalho, o que exigiria a mão-de-obra de, no mínimo seis pessoas (0,2 a 0,3 ha/hora/homem).

No caso da colheita semi-mecanizada, o plantio do campo de gergelim da cultivar BRS Seda (frutos deiscentes) deve ter articulação com a capacidade diária de corte das plantas de 16 ha realizado pela máquina segadora-atadora. Isto

Foto: Marenilson Batista da Silva



Fig. 49. Feixe de gergelim com cerca de 30 cm de diâmetro sendo amarrado pelo produtor com tiras de caroá ou barbante

significa que um determinado produtor de gergelim não poderia plantar, com a plantadeira adaptada de doze linhas, o seu campo de 75 ha de gergelim em 3 dias (Figura 50). Mesmo que a plantadeira tenha sua capacidade diária de plantio de 25 ha por dia, o ideal seria o produtor dividir sua área total de 75 ha em 5 parcelas ou lotes com piquetes (Figura 51). Assim, cada parcela de 15 ha seria plantada (solo úmido) em dias diferentes da semana, ou seja, o plantio da primeira parcela (15 ha) seria iniciado na segunda-feira e o da última parcela (15 ha) terminaria na sexta-feira.



Fig. 50. Plantadeira adaptada de doze linhas para o plantio de sementes de gergelim

Foto: Vicente de Paula Queiroga

Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5
1º corte	2º corte	3º corte	4º corte	5º corte

Fig. 51. Campo de gergelim de frutos deiscentes dividido em cinco lotes e cada lote semeado em dias diferentes da semana, visando obter uma sincronização com a capacidade de colheita do produtor

Para um produtor de gergelim inexperiente, a reação inicial é querer plantar de imediato uma grande área de gergelim deisciente, por não saber o que pode acontecer durante a colheita, como ocorreu no ano de 2007, no município de Sousa-PB. Um produtor plantou 10 ha de gergelim deisciente, mas não demarcou no campo, com piquetes, as parcelas, conforme o plantio manual realizado diariamente. Esta falta de planejamento na instalação do campo resultou numa drástica perda de sementes durante a colheita - em função da abertura natural dos frutos na maturação (ainda na planta), os quais deixam cair às sementes no chão pela simples ação do vento. Além desse planejamento, o produtor precisa saber a duração do ciclo da cultivar (por exemplo, para a BRS Seda, o ciclo é de 85 dias) e observar o momento do início da abertura dos frutos na base da haste, pois, a colheita do gergelim requer tais cuidados.

3.18 Vantagens do corte mecânico

Na utilização de cultivares deiscentes, é indispensável para o produtor o emprego da máquina segadora-atadora (Figura 52) no sistema de colheita semi-mecanizado, principalmente se a área semeada for acima de 10 ha. Atrelado a um trator, este equipamento é utilizado na Venezuela para cortar as plantas do gergelim no ponto de colheita (capacidade de 2 ha/h). À medida que a esteira da máquina vai enchendo com plantas cortadas a gaveta ou caixa ao lado, o operador, que fica sentado (tipo cadeira), vai controlando o lançamento dos pequenos feixes de plantas, já amarrados, ao solo (MAZZANI, 1999). Em



Fig. 52. Segadora-atadora utilizada para cortar plantas de gergelim deiscentes no ponto de colheita.

Foto: Ray Langham



Fig. 53. Secagem em campo das medas de gergelim alinhadas

seguida, os feixes lançados pela ceifadora-atadora são reunidos em várias medas bem alinhadas no campo pelos trabalhadores (Figura 53). Após três semanas de secagem ao sol, uma máquina trilhadeira é alimentada manualmente ou mecanicamente. Provavelmente, as medas em formato de cone protejam melhor os frutos secos das cultivares deiscuentes da ação dos ventos, pois, neste sistema semi-mecanizado de colheita, os feixes de gergelim só serão utilizados para alimentar a máquina trilhadeira, após completa secagem dos frutos.

Mesmo sendo considerado o maior produtor de gergelim do Brasil, os produtores de gergelim do Estado de Goiás ainda utilizam o sistema manual de corte das plantas no ponto de colheita das cultivares deiscuentes. Após completar 15 a 20 dias do corte, os feixes secos, organizados em medas, são alimentados manualmente numa trilhadeira de arroz adaptada (Figura 54).

As comunidades organizadas de produtores familiares ou as pequenas cooperativas de produtores interessadas no plantio (em mutirão) em escala comercial de áreas contínuas de gergelim deiscente para atender os mercados nacionais e internacionais, poderão empregar na sua colheita a míni-máquina segadora para auxiliar o corte das plantas (6 ha/dia), cujo implemento pode ser importado da Índia (Figura 55). Havendo um patrocinador capaz de alocar recursos financeiros ao projeto da mini-máquina segadora, esse protótipo modificado da mini-máquina poderá ser desenvolvido pela Embrapa Algodão.

Se fossem plantar 6 ha de gergelim por dia, os pequenos produtores familiares precisariam utilizar duas plantadeiras de duas linhas, produzidas por Luiz Leme em Várzea-PB (Figura 26), e demandariam 5 dias para plantar toda área de

Foto: Watemilton Vieira Cartaxo



Fig. 54. Sistema semi-mecanizado de colheita do gergelim utilizado pelos produtores do Estado de Goiás, onde os feixes secos são alimentados manualmente na trilhadeira.

Foto: Cyro Cavalcante



Fig. 55. Sistema semi-mecanizado que corta as plantas de gergelim com a mini-máquina segadora

gergelim deiscente (exemplo: 30 ha de BRS Seda). Porém, o processo de batedura dos feixes, em trabalhos de mutirão, poderia ser totalmente manual.

A outra opção para os pequenos produtores seria eles utilizarem o seguinte sistema de colheita semi-mecanizado: cortar as plantas de gergelim (deiscente) com equipamento cortador de arroz adotado pelos produtores da Coréia do Sul (KANG, 1985; Figura 56), agrupar os feixes em medas para secar e alimentar manualmente os feixes numa pequena máquina trilhadeira de arroz (Figura 57), desenvolvida pela Embrapa Arroz e Feijão, desde que seja substituída a peneira para furos redondos de 1/8 polegadas (Mazzani, 1999). Em lugar da trilhagem

Foto: Churi-Whan Kang



Fig. 56. Corte das plantas de gergelim da Coréia do Sul, realizado pelo cortador mecânico de arroz de uma fileira

Foto: Embrapa Arroz e Feijão



Fig. 57. Equipamento com ventilador e peneira para bateira de arroz desenvolvido pela Embrapa Arroz e Feijão, podendo ser adaptado para trilhar os feixes secos de gergelim

na máquina da Embrapa, o produtor poderia fazer a bateira dos feixes secos de gergelim manualmente sobre uma lona ou dentro de um reboque (revestido com lona) em movimento pelo campo, para encurtar a distância com os feixes secos (Figura 58).

A Empresa Nux de Itabira (SP) desenvolveu uma trilhadeira mecânica em parceria com a Sésamo Real (SP) que produz até cinco toneladas de sementes por dia. Por outro lado, no município de São João do Rio do Peixe, PB (Vila Umarí, que fica a 4 km de Marizópolis, PB) existem duas máquinas colheitadeiras de arroz de um particular, a qual é alugada com frequência pelos produtores do Perímetro Irrigado de São Gonçalo, município de Sousa-PB, para a colheita mecânica do arroz dos seus lotes. Estas máquinas podem ser adaptadas para a colheita do gergelim, mas, é necessário que as plataformas da colheitadeira tenham uma chapa cortadeira posicionada bem abaixo do molinete grande (altura acima da planta), devendo a mesma se estender até o limite da metade do molinete (Figura 59). Segundo Mazzani (1999), é preciso também ajustar as peneiras

Fotos: Vicente de Paula Queiroga



Fig. 58. Lona plástica ou reboque em movimento pelo campo, facilita a batedura dos feixes de gergelim

Foto: Vicente de Paula Queiroga



A

Fig. 59. A) - Colheitadeira de arroz que pode ser adaptada para gergelim e B) - destaque da plataforma tipo molinete, efetuando a colheita direta do gergelim

Foto: Jerry Riney



B

vibradoras para perfurações redondas de 1/8 de polegadas (orifícios com 3 mm), devido ao pequeno tamanho da semente de gergelim. Além disso, as cultivares indeiscentes de gergelim deverão ser colhidas pelo molinete a uma velocidade do cilindro lento (450 a 500 RPM).

Esta colheitadeira de arroz da Massey-Ferguson, modelo 3640 (Figura 59), apresenta as seguintes características: plataforma tipo molinete, cilindro batedor, esteira que transporta os grãos para o peneirão na parte superior, ventiladores, peneiras reguláveis na parte inferior do peneirão, elevadores de grãos para o tanque de armazenamento (capacidade de 2 t ou 40 sacos), tubo de descarga (fuso de rosca-sem-fim) para abastecer o carroção (Figura 60).

Foto: Waltemilton Vieira Cartaxo



Fig. 60. Máquina trilhadeira de arroz adaptada realiza a pré-limpeza das sementes de gergelim para, depois, descarregá-las num carroção

3.19 Colheita mecanizada do gergelim na Venezuela

Com base na gradativa redução da mão-de-obra no campo, o sistema de colheita do gergelim na Venezuela pode ser classificado em três formas diferentes:

a) Sistema Tradicional

Para as cultivares deiscentes de gergelim é utilizado na Venezuela uma ceifadora-atadora de cereais para o corte das plantas no ponto de colheita dos frutos de cada cultivar (Figura 61), a qual corta de 3 a 4 fileiras de plantas, desde que sejam plantadas no espaçamento de 60 cm, e as deposita sobre um esteira transportadora. Essas plantas cortadas são transportadas para encher uma caixa ao lado e, uma vez agrupada num feixe pequeno, passar através de um mecanismo atador. Vale destacar que cada rolo de cordão instalado na máquina tem uma autonomia para atender o amarrio das plantas cortadas de um ha. À

Fotos: Rafael E. Davila Cardenas



Fig. 61. Operação de corte de plantas de gergelim realizado pela máquina segadora atadora e vários feixes atados no solo.



medida que vai sendo confeccionado cada feixe (Figura 62), o operador que fica sentado na máquina (tipo cadeira) vai controlando com uma alavanca o lançamento do mesmo já atado ao solo (CARDENAS, 1978).

Em seguida, os feixes lançados pela segadora-atadora são reunidos em várias medas bem alinhadas no campo por oito operários (Figura 63). Após 3 semanas de secagem ao sol, uma máquina trilhadeira, do tipo ensacadora, é alimentada manualmente, por quatro operários - dois encarregados de pegar os feixes secos das medas e outros dois que os recebem para introduzi-los na máquina (Figura 64). Além do operador da trilhadeira, na parte superior da máquina vão dois operários encarregados de amarrar os sacos com as sementes e deixá-los deslizar sobre uma rampa até cair ao solo, o qual será apanhado por outro trator equipado com um carroção. Este sistema de colheita tradicional é considerado semi-mecanizado (MAZZANI, 1999).

Foto: Rafael E. Davila Cardenas

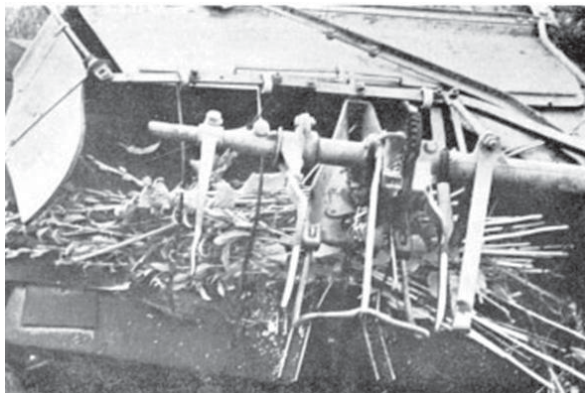


Fig. 62. Detalhe da máquina segadora-atadora lançando o feixe amarrado de gergelim ao solo

Foto: Ray Langham



Fig. 63. Preparação e secagem das medas de gergelim

Foto: Bruno Mazzani



Fotos: Rafael E. Davila Cardenas



Fig. 64. Operação de alimentação dos feixes secos de gergelim na trilhadeira

b) Sistema Colaone

O sistema Colaone é semelhante ao tradicional e envolve, também, a operação de corte com a máquina segadora-atadora, seguindo o mesmo procedimento descrito anteriormente. A diferença está na operação de recolhimento das medas para trilhar, porque a colheitadeira já vem equipada com um dispositivo frontal mecânico para recolher as medas e introduzi-las na máquina. Esta plataforma consiste de uma estrutura metálica de aparência cúbica com a parte superior aberta e com um dos lados acionado por uma alavanca manipulada pelo operador da trilhadeira (Figura 65), o qual a movimenta quando coloca a plataforma ao lado de cada meda (Figura 66). Uma vez impulsionada para a parte interior da estrutura metálica, a meda de gergelim é levada por uma esteira transportadora até o cilindro batedor da máquina (Figura 67), onde os feixes são imediatamente trilhados. A colheitadeira pode ser do tipo ensacador ou a granel (Figura 68), preferindo-se este último por necessitar menos mão-de-obra.

Foto: Rafael E. Davila Cardenas

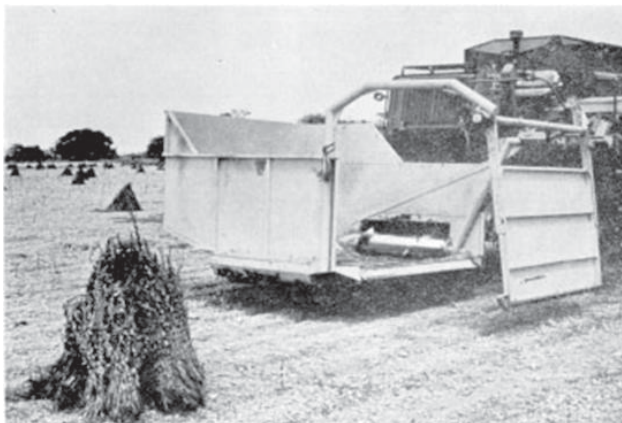


Fig. 65. Plataforma de estrutura metálica com abertura ao lado para recolher as medas

Foto: Rafael E. Davila Cardenas



Foto: Ray Langham

Foto: Ray Langham



Fig. 66. Introdução mecânica da meda na plataforma metálica para ser trilhada

Foto: Rafael E. Davila Cardenas



Fig. 67. Detalhe da esteira transportadora das medas para o cilindro batedor da máquina

Foto: Ray Langham



Fig. 68. Trilhadeira tipo a granel efetuando o transporte dos grãos para o carroção

Outro modelo de colheitadeira, tipo a granel, adaptada para o gergelim (MAZZANI, 1999) consiste no seguinte processo: o operador da colheitadeira aciona um braço mecânico em forma de gancho para o recolhimento da meda que será transportada para trilhar, sendo que essa introdução da meda ocorre na parte superior da referida máquina com o auxílio de outro operário (Figura 69).

Foto: Bruno Mazzani



Fig. 69. Operação de trilha das medas de gergelim no sistema Colaone

c) Sistema Schultz

Este sistema de colheita do gergelim, desenvolvido pelo agricultor Rodolfo Schultz, apresenta a característica marcante de ser totalmente mecanizado (CARDENAS, 1978), sendo esse fator o grande diferencial em relação aos dois sistemas de colheita semi-mecanizada citados anteriormente (Tradicional e Colaone).

O processo consiste no corte direto das plantas de gergelim e sua imediata trilhagem com a mesma máquina, podendo ser ensacado ou armazenado no tanque com capacidade para duas toneladas (40 sacos). Mas, o sistema Schultz pode ser igual ao Colaone, caso o produtor de gergelim tenha preferência pelo tipo de máquina colheitadeira a granel (MAZZANI, 1999).

Para realizar a colheita das cultivares de gergelim indeiscentes, são requeridas certas condições técnicas, as quais vão permitir a utilização da colheitadeira combinada (ceifa e trilha) com maior eficiência. Entre elas podem-se citar as seguintes:

1) Aplicação de Dessecante

No sistema de colheita direta das cultivares de gergelim indeiscentes, é utilizada a colheitadeira combinada, que ceifa e trilha ao mesmo tempo (MAZZANI, 1999), sendo necessária uma prévia pulverização com dessecante químico (diquat ou paraquat) na época de maturação dos frutos. Dependendo do tamanho da área cultivada de gergelim indeiscente na Venezuela (50 a 200 ha), o dessecante poderá ser aplicado por meio de trâmpulo ou avião (Figura 70). Após cinco ou seis dias de secagem (Figura 71), a colheitadeira combinada é utilizada sobre as plantas secas (Figura 72). A finalidade da utilização dos dessecantes é acelerar e uniformizar a secagem das plantas de gergelim, facilitando assim a colheita mecanizada.

Trabalhando com o dessecante Reglone, Urdaneta e Mazzani (1978) utilizaram duas épocas de pulverização, aos 96 e 103 dias, e dosagens entre 1,5 e 2,5 L/ha, aplicados com o pulverizador costal (250 litros de água por ha), alguns dias antes e depois de completar seu ciclo de maturação (101 dias após germinação) sobre as plantas da variedade "Aceitera R". O objetivo foi avaliar o efeito do dessecante na percentagem de folhagens, cápsulas e caules secos por planta, após 5 dias de sua aplicação, e no rendimento de grãos, em relação à testemunha - sem dessecante. Os resultados obtidos indicam que aplicação de

Fotos: Diego Antonio Nóbrega



Fig. 70. Aplicação de dessecantes um dia antes do ponto de colheita por meio do trâmpulo ou avião, dependendo do tamanho da área plantada de gergelim

Foto: Bruno Mazzani



Fig. 71. Campo de gergelim na Venezuela com as plantas secas para colheita mecanizada, após aplicação do dessecante

Foto: Bruno Mazzani



Fig. 72. Sistema de colheita direta do campo de gergelim de cultivar indeiscente por uma trilhadeira combinada com cabeçal de plataforma de fileira

Reglone (diquat) na dose de 2 L/ha teve melhor efeito dessecante sobre a cultivar Aceitera R para a pulverização antecipada (96 dias) do que a dose baixa de 1,5 L/ha com a pulverização tardia (103 dias). Verificou-se, ainda, redução de 15% no rendimento da dose mais baixa (1,5 L/ha) e aplicada na época mais tardia (103 dias), e de 97% no rendimento da dose mais alta (2 L/ha) e aplicada na época mais precoce (96 dias). Ou seja, este último tratamento (dose 2 e época 1) contribuiu para o aumento da percentagem de sementes chochas em comparação ao tratamento "sem aplicação de dessecante e a realização da colheita no ponto de maturação" (testemunha). Também recomendam utilizar o Reglone, nas doses 1,5 - 2,5 litros por hectares em 50-75 litros de água, aplicado por avião, para se conseguir um nível satisfatório de desfolhas das plantas de gergelim.

Em vários testes com produtos dessecantes (Reglone, Gramoxone e P.C.P.) e desfolhantes (NH_4NO_3 , NaCl e CaCl_2) conduzidos no ensaio experimental de Maracay, pesquisadores do Ministério de Agricultura e Criação de Venezuela chegaram à conclusão de que só o Reglone em doses maiores causou o efeito dessecante desejado na planta de gergelim (MINISTÉRIO DE AGRICULTURA E CRIAÇÃO DE VENEZUELA, 1974). Já Pérez e González (1970), avaliando o efeito do dessecante Gramoxone a 1% sobre a variedade Morada indeiscente de gergelim, concluíram que não existem diferenças de rendimento entre os tratamentos estudados, com exceção do teor de óleo.

2) Selecionar características varietais

Para realizar uma colheita mecânica adequada do gergelim indeiscente, Cardenas (1978) recomendava selecionar naquela época algumas características varietais: Ausência de ramificação, cápsulas agrupadas nos 2/3 superiores da planta, pouca flexibilidade do caule etc. Segundo Mazzani (1999), as plantas indeiscentes e ramificadas são consideradas atualmente as mais produtivas. Além disso, essas plantas ramificadas de gergelim não oferecem mais dificuldades para serem colhidas mecanicamente, quando tal operação é efetuada por trilhadeira de arroz adaptada (MAZZANI, 1999).

3) Gergelim Indeiscente

Como alternativa para minimizar as perdas de grãos durante a colheita, o produtor terá de optar pelo plantio de cultivares indeiscentes de gergelim com elevados rendimentos. Esses materiais indeiscentes permitem garantir que não

haja altas perdas de sementes durante a colheita, mesmo diante de situações que sejam influenciadas por efeitos naturais (chuvas, ventos etc) ou se, no momento da colheita, a máquina trilhadeira entrar em contato com a planta. Mazzani (1983) reporta algumas vantagens do cultivo em grande escala do gergelim indeiscente: a) menor urgência para completar a colheita, b) menor duração das operações para efetuar a colheita direta e c) menor custo de colheita, já que a ceifa e a trilha das plantas são feitas em uma só operação. Apesar disso, os materiais indeiscentes a nível comercial não têm recebido boa aceitação pelos produtores venezuelanos, devido aos baixos rendimentos apresentados pelas suas cultivares, como produto de uma reduzida fertilidade, em comparação às cultivares deiscentes.

De acordo com Mazzani (1999), algumas especificações técnicas da colheitadeira de arroz adaptada (Figura 72), empregada no sistema de colheita direta do gergelim indeiscente, são as seguintes:

- a) A máquina trilhadeira executa a colheita de 4 a 7 fileiras, dependendo das distâncias de semeadura de 50 a 80 centímetros entre fileiras;
- b) o rendimento da trilhadeira é de 2,5 hectares por hora em condições normais de campo;
- c) Registrou-se a percentagem de 5 a 10% de sementes de gergelim ligeiramente danificadas por ocasião da trilha;
- d) Verificou-se um incremento de 4 a 8% nos custos do sistema Schultz (colheita direta) em relação ao sistema Colaone, usado na Venezuela (corte das plantas com o equipamento segadora-atadora, secagem ao sol e alimentação mecânica da trilhadeira);
- e) O equipamento trilhadeira não é específico para arroz nem gergelim, também pode ser usado para a colheita de sorgo, girassol e outras espécies similares.

Em resumo, Cardenas (1978) relata as principais vantagens e desvantagens dos três sistemas de colheitas de gergelim utilizados pelos produtores venezuelanos (Tabela 14), conforme as cultivares, deiscentes ou indeiscentes, além do nível de redução progressiva da mão-de-obra necessária durante a operação de colheita.

Recomenda-se o uso do sistema de colheita tradicional, quando o produtor já dispõe de máquinas adequadas para esse fim, desde que haja disponibilidade de mão-de-obra na região e não afete negativamente a colheita. Para as comunidades organizadas de produtores familiares, que dispõem de mão-de-

Tabela 14. Comparação entre os sistemas de colheita do gergelim utilizados na Venezuela: tradicional, Colaone e Schultz, com base nas vantagens e desvantagens apresentadas por cada sistema.

Sistema de colheita	Vantagens	Desvantagens
Tradicional	<ul style="list-style-type: none"> -Gera mão-de-obra no campo -Trabalha com variedades deiscentes e indeiscentes - Sem investimentos adicionais para a trilhadeira 	<ul style="list-style-type: none"> - Risco de acidentes - Baixa capacidade efetiva - Uso da ceifadora-atadora - Custos totais elevados (40% Colaone) - Sujeito as chuvas ocasionais (15 a 30 dias de secagem) -Sistema semi-mecanizado
Colaone	<ul style="list-style-type: none"> - Não existe risco de acidentes - Maior capacidade efetiva - Custo médio de mão-de-obra - Custo total menor -Trabalha com variedades deiscentes e indeiscentes 	<ul style="list-style-type: none"> - Alto investimento - Uso da ceifadora-atadora - Sujeito as chuvas ocasionais (15 a 30 dias de secagem) -Sistema semi-mecanizado
Schultz	<ul style="list-style-type: none"> - Risco mínimo de chuvas (6 dias para completar a secagem após aplicação do dessecante) - Menor custo de mão-de-obra - Não se usa ceifadora-atadora - Sistema totalmente mecanizado 	<ul style="list-style-type: none"> - Gastos adicionais com aplicação de dessecantes (avião e trâmpulo) - Escassez de variedades indeiscentes - Investimento adicional médio

obra suficiente, este sistema pode ser utilizado na colheita do gergelim, desde que as normas de seguridade sejam mantidas no transcurso da operação (CARDENAS, 1978).

A colheita pelo sistema Colaone é considerado superior à colheita tradicional, porque a operação de trilha, que é mais crítica, não depende de mão-de-obra adicional. Por outro lado, o aspecto da incerteza das condições climáticas, as quais podem influir sobre o êxito da colheita, pode ser minimizado, mediante o plantio de uma variedade precoce ou mediante uma semeadura programada para que a colheita seja realizada numa época de ausência de chuvas (CARDENAS, 1978).

O sistema Schultz tem sido mais indicado no Estado de Portuguesa, Venezuela, porque a colheita controlada com dessecante leva menor tempo (5 dias) de exposição das plantas às condições climáticas da região (CARDENAS, 1978). Como é necessário um manejo adequado da cultura para a colheita mecanizada, os produtores utilizam variedade com baixa deiscência (indeiscente), visando reduzir as perdas de sementes.

3.20 Colheita mecanizada do gergelim na Austrália

A dificuldade para colher mecanicamente o gergelim deve-se ao hábito de crescimento indeterminado apresentado pela planta, o qual acarreta, subseqüentemente, o amadurecimento não uniforme das cápsulas. Atualmente, algumas tecnologias têm sido desenvolvidas para melhorar o processo de colheita, visando reduzir, para menos de 10%, as perdas de sementes (MAZZANI, 1999).

É importante que a planta de gergelim esteja completamente seca antes da colheita, pois, a presença de cápsulas ainda verdes durante a colheita pode alterar a uniformidade da cor padrão da variedade e contaminar as sementes, criando um aroma anormal nos subseqüentes produtos elaborados.

O procedimento recomendado na Austrália para a colheita do gergelim é pulverizar o campo com um dessecante, quando pelo menos 70% das cápsulas mudarem sua coloração verde para verde clara ou amarelada. No Norte do País, uma aplicação aérea de 1L/ha de Reglone provou ser eficaz. Já no sul do Estado de Queensland, o melhor resultado do Reglone foi obtido aumentando-se a dosagem (de dois a três litros por hectares), ou seja, em regiões de temperaturas amenas, houve necessidade de elevar a dose do referido dessecante (BENNETT, 2004).

A colheita mecânica do gergelim indeiscente somente deve ser efetivada quando 100% das cápsulas apresentarem a cor marrom (Figura 73), o que pode ocorrer aproximadamente 10 a 15 dias após aplicação do dessecante. Nesta fase, o índice de umidade do grão deverá se encontrar entre 6 e 7%, no Norte da Austrália. Entretanto, em áreas mais temperadas do País, o teor de umidade dos grãos é mais elevado e sua secagem é mais demorada, o que exige do produtor de gergelim retardar por mais tempo a colheita (BENNETT, 2004).

Bennett (2004) admite que a colheita do gergelim é mais eficiente quando a velocidade da trilhadeira é de 4 a 6 km/h, pois, assim evita danos mecânicos às

Foto: Malcolm Bennett



Fig. 73. Campo de gergelim indeiscente na Austrália em condições de colheita

sementes (delicadas). Caso se reduza pela metade a velocidade do molinete da máquina (daquela exigida para cereais), a presença de sementes com danos pode ser inferior a 10%. Estes danos provocados na semente durante a colheita afetam a sua viabilidade durante o armazenamento e a qualidade do óleo.

3.21 Colheita mecanizada do gergelim nos USA

Langham et al. (2008) reporta que 99% do gergelim cultivado no mundo ainda é colhido manualmente, em razão de que as cápsulas deiscentes das plantas se abrirem quando estão secas, podendo deixar os grãos caírem no chão se ultrapassar seu ponto de colheita. Mesmo assim, as cultivares deiscentes recomendadas para colheita manual cultivadas nos USA eram colhidas diretamente pela trilhadeira combinada, ocasionando perdas elevadas de grãos no terreno (entre 60 e 90%).

Para Langham (2008) a fase de secagem do gergelim das cultivares semi-deiscentes está dividida em três estágios: maturidade completa, secagem inicial e secagem tardia.

a) Estágio de maturidade completa

O estágio completo de maturidade fisiológica refere-se ao tempo que, no campo, as plantas de gergelim levam para atingir até 90% do amadurecimento das sementes (LANGHAM, 2008). A empresa Sesaco não avalia diariamente os dados das sementes maduras, apenas faz uma estimativa baseada numa escala dos dados obtidos nos anos anteriores. Este tempo de maturação ocorre aproximadamente entre 107 e 112 dias após a emergência das plântulas e apresenta um tempo de duração de uma semana.

No caso da colheita mecânica direta, sem o uso de dessecante para induzir a colheita, este estágio deixa de ser importante. Ao contrário, quando se aplica o dessecante no campo (como no sistema Schultz da Venezuela), as plantas de gergelim morrem de imediato e as suas sementes deixam de encher. Perto do final deste estágio, que é 112 dias, as plantas apresentam um elevado potencial de rendimento, mas sofrerão uma estagnação se, a fim de acelerar a secagem dos frutos, for aplicado dessecante, porque, as cápsulas superiores da planta irão contribuir para a produção de sementes imaturas (LANGHAM, 2008). Apesar disso, ainda não se conseguiu determinar um tempo preciso para se obter um ponto de maturação satisfatório (Figura 74). Essencialmente, a finalidade da colheita induzida com aplicação do dessecante é permitir colher o gergelim mais rápido (Figura 75) e evitar que a qualidade do produto seja afetada pelas condições climáticas ocasionais (MAZZANI, 1999).

Foto: Ray Langham



Fig. 74. À medida que se aproxima o ponto de maturação das sementes, percebe-se que as folhas das plantas passam a cair de forma desuniforme, mesmo assim, ainda mantêm uma porção de folhas verdes na parte superior

Fotos: Ray Langham



Fig. 75. Colheita mecânica da plantas de gergelim submetidas à colheita induzida pela aplicação de um dessecante para acelerar sua secagem.

Também se observa no campo de gergelim que à medida que a fase de amadurecimento avança na planta mais folhas passam a cair sem o uso de nenhum produto químico (Figura 76). Langham (2008) não recomenda a aplicação de dessecante neste momento, mesmo quando se deseje obter uma colheita induzida, porque haveria uma redução substancial do rendimento do gergelim, já que a maioria dos frutos na parte superior da planta não encheu as sementes (imaturas). Embora existam algumas exceções (Figura 77), Langham (2008) considera que os grãos do gergelim só estão completamente cheios quando todas as folhas caem da planta.

Foto: Ray Langham



Fig. 76. A fase inicial de maturação onde as plantas deixam cair naturalmente às folhas no terreno

Foto: Ray Langham



Fig. 77. No Paraguai, as plantas de gergelim são cortadas ainda verdes e com bastantes folhas.

No início da maturação das plantas de gergelim, as folhas vão tornando-se amareladas. As plantas só estão fisiologicamente maduras, quando as sementes de $\frac{3}{4}$ dos frutos apresentam uma mudança na sua tonalidade de branco leitosa (branco neve) para ligeiramente branco (branco gelo, Figura 78). Nas recentes variedades da Sesaco, essa maturação fisiológica normalmente está ocorrendo entre 96 e 106 dias após plantio, porém, em condições de estresse hídrico, a maturação da planta poderá ser antecipada, como também poderá ser retardada, principalmente em situação de alta umidade e fertilidade do solo (LANGHAM, 2008).

Foto: Ray Langham



Foto: Jay S. Simon



Fig. 78. Cultivar de gergelim semi-deiscente desenvolvida pela empresa Sesaco, Texas, USA, com retenção das sementes nos frutos (placenta) de coloração branco neve (A) e branco gelo (B).

Em situação de baixa umidade do solo ou alta população de plantas, as variedades semi-deiscentes da Sesaco começam logo a deixar cair folhas no chão, embora as plantas ainda se encontrem na fase de floração (LANGHAM, 2008). Dependendo da umidade e da fertilidade solo, as recentes variedades da Sesaco (Sesaco 32) poderão parar a floração cerca de 72 a 90 dias após o plantio (LANGHAM et al., 2008). Também foi constatado em campo que a auto-desfoliação e maturidade das sementes das cultivares semi-deiscentes começam apenas quando interrompe a floração. A planta normalmente só consegue parar de desfolhar quando a maturação das sementes alcança as cápsulas da parte apical.

b) Estágio de secagem inicial

Este estágio inicial de secagem (Figura 79) é considerado quando o campo de gergelim apresenta até 10% de todas as sementes maduras, pois, isto significa que as plantas têm apenas uma cápsula seca. As plantas usadas nessa avaliação devem ser as plantas verdes que apresentem secagem natural, com exclusão das plantas de gergelim que morrerem por causa de doenças. Em áreas plantadas adensadas e de muito vento, as plantas podem friccionarem-se uma contra a outra, o que pode provocar ranhuras nos frutos. Estes vão secar mais rápido, mas, não poderão ser considerados como frutos secos. Este tempo de secagem inicial ocorre entre 113 e 126 dias, após a emergência das plântulas, e apresenta um tempo de duração de aproximadamente duas semanas (LANGHAM, 2008).

Foto: Ray Langham



Fig. 79. O campo de gergelim adquire uma tonalidade verde mais clara com um tingimento amarelo, quando as plantas começam a secar e suas folhas passam a cair normalmente

c) Estágio tardio de secagem

O estágio tardio de secagem caracteriza-se pelo elevado grau de secagem das plantas no campo de gergelim, até que essas plantas apresentem sementes com 6% de umidade, no máximo. Em certos anos, no Texas (USA), as plantas de gergelim com 50% de secagem (Figura 80) podem levar mais tempo para mudarem para 95% de secagem (Figura 81). Este tempo de secagem tardia ocorre entre 126 e 146 dias após a emergência das plântulas e apresenta um tempo de duração de aproximadamente três semanas (LANGHAM, 2008).

Dependendo da temperatura (elevada) da região, a planta de gergelim pode necessitar de um adicional de 10 dias para o restante das cápsulas

Foto: Ray Langham



Fig. 80. Campo de gergelim com 50% das plantas secas adquire uma tonalidade marrom, quando se trata de colheita não induzida (sem dessecante)

Foto: Ray Langham



Fig. 81. Campo de gergelim com quase 95% das plantas secas adquire uma tonalidade amarelada (sem uso de dessecante)

amadurecerem. A secagem inicia-se pelas cápsulas e, em seguida, vem a secagem do caule. As cápsulas secas abrem-se ligeiramente e expõem suas sementes. Uma vez aberta as cápsulas, a secagem das sementes torna-se rápida. Esta situação passa a ser considerada crítica em razão dos seguintes aspectos: a) a abertura das cápsulas permite que as sementes sejam liberadas com um mínimo de força da plantadeira combinada; b) as sementes que secam mais rápido são as do fundo da cápsula aberta e c) a exposição das sementes às chuvas aumenta. Este problema de chuvas na colheita pode comprometer a qualidade dos grãos (escurecimento), portanto, é importante planejar o plantio das cultivares semi-

deiscentes, para que não ocorram precipitações pluviais durante sua colheita (MAZZANI, 1999).

Apenas a Empresa Sesaco do Texas (USA) conseguiu desenvolver variedades de gergelim semi-deiscentes (E.U. patente número 6.100.452), as quais permitem realizar a colheita direta no campo por meio da colheitadeira combinada. Estas variedades poderão ser deixadas para secar no campo e irão manter a maioria das sementes dentro dos frutos (sementes retidas pela placenta do fruto) até o momento de usar a referida plantadeira. Langham e Wiemers (2002) advertem que é necessário ajustar a plantadeira com as configurações corretas das fileiras de plantio do gergelim, assim as cápsulas irão liberar as sementes com danos mínimos.

Uma vez que as sementes de gergelim estejam bastante secas no campo e tenham a umidade de 6% ou menos, a colheitadeira já pode colher o gergelim diretamente, usando um cabeçal de plataforma tipo fileira ou um cabeçal de plataforma tipo molinete (Figura 82). Na colheita inteiramente mecanizada, as cápsulas foram modificadas de modo que as sementes fiquem retidas nas cápsulas durante os 30-50 dias de secagem natural. Após a secagem, as cápsulas passam a liberar as sementes com a força física mínima no momento em que a planta entra em contato com a colheitadeira (LANGHAM, 1999; 2006).

Foto: Jay S. Simon



Foto: Jerry Riney

Fig. 82. A colheitadeira combinada só entra em atividade quando as sementes apresentam umidade abaixo de 6%, sendo usadas as duas modalidades de plataformas: A) Cabeçal tipo fileira e B) Cabeçal tipo molinete.

Para o caso do cabeçal de plataforma tipo fileira, Langham et al. (2006) preferem usar a marca John Deere das séries 200 e 900. Mas, é necessário que o espaçamento entre fileiras de gergelim esteja ajustado à configuração da máquina, pois, a mesma permite colher até 6 fileiras de plantas em cada passada. O mesmo autor recomenda o cabeçal de plataforma tipo molinete, marca John Deere e da série 630R, para a colheita do gergelim semi-deiscente (Figura 83).

Fotos: Ray Langham



Fig. 83. Colheita das cultivares de gergelim da Sesaco realizada pela trilhadeira com plataforma tipo molinete, marca John Deere

Segundo Lagham et al. (2006), os maiores rendimentos do gergelim podem ser obtidos quando se prevê, para as cultivares, o tempo de sua colheita mecanizada. Ou seja, a partir do momento em que a floração das cultivares semi-deiscentes termina, é possível estabelecer um prazo de 60 a 70 dias para efetuar sua colheita em campo. Dependendo da cultivar Sesaco, o ciclo da lavoura pode ser de 120 a 150 dias após o plantio. Para solos de alta fertilidade e umidade, essa colheita mecânica das cultivares Sesaco poderá ser mais tardia (LANGHAM, 1999).

Na maioria das vezes, a limpeza das sementes de gergelim é feita na própria colheitadeira (Figura 84), embora seja necessário que transportá-las para uma Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS), para uma limpeza adicional (Figura 85, LANGHAM, 2008).

Fotos: Ray Langham



Fig. 84. Trilhadeira combinada transportando as sementes de gergelim para o caminhão graneleiro, visando de imediato beneficiá-las na UBS

Foto: Jerry Riney



Foto: Diógenes Galindo Diniz

Foto: Diógenes Galindo Diniz



Fig. 85. Descarga de sementes de gergelim dentro da Unidade de Beneficiamento de Sementes, após a operação de colheita realizada pela trilhadeira combinada

A importância do conhecimento dos estágios de secagem das plantas está intimamente relacionada com o tipo de colheita mecanizado que se pretende utilizar, principalmente nos campos de gergelim cultivados nas regiões áridas dos estados americanos do Texas, Oklaroma, Arizona e Kansas. Estas duas formas de colheita do gergelim são: a) com aplicação de dessecante para induzir sua colheita mecanizada e b) sem aplicação de dessecante para efetuar a colheita mecânica tardia. Este último tipo de colheita tem sido economicamente viável para os produtores americanos por reduzir os custos de produção da lavoura, dispensando, assim, a aquisição do produto dessecante (Reglone) no mercado e sua aplicação por avião (LANGHAM et al, 2006). Com relação ao Brasil, a região semi-árida do Nordeste ofereceria condições ambientais apropriadas (região quente e de poucas chuvas) para realizar o plantio de sequeiro do gergelim semi-deiscente das cultivares da Sesaco, principalmente pelo sistema de colheita mecânica tardia (sem uso de dessecante). Também esse sistema de colheita tardia seria viável para o Centro-Oeste, como cultura de safrinha, sem considerar o sistema irrigado de plantio do gergelim semi-deiscente, cujo ponto de colheita pode ser programado para os meses de verão.

Langham (2008) estabeleceu os principais requisitos para a mecanização do gergelim das cultivares Sesacos plantadas nos USA: a) as plantas terão que encerrar sua floração; b) as plantas devem deixar cair todas suas folhas; c) as sementes nas cápsulas devem amadurecer antes da sua abertura; d) as cápsulas devem conservar a sua semente até o momento da planta ser cortada pela trilhadeira combinada e e) as cápsulas devem libertar as sementes quando entrarem em contato com a trilhadeira combinada.

3.22 Armazenamento

As sementes do gergelim, por seus antioxidantes naturais, como o sesamol (MAZZANI, 1983), têm grande capacidade de conservação, mantendo a germinação mesmo em ambiente com umidade relativa elevada, como é o caso de Campina Grande-PB, em que elas podem ser armazenadas por mais de seis meses, sem perder a taxa de germinação inicial (QUEIROGA;BELTÃO, 2001).

Para o armazenamento seguro no longo prazo, a semente de gergelim deve estar limpa e com o teor de umidade em torno de 6%, a fim de ser armazenada em ambiente controlado com umidade relativa aproximada de 50% e temperatura abaixo de 18°C. Sob condições ótimas de armazenamento o gergelim pode ser acondicionado aproximadamente por 1 ano (FAO, 2006). No caso do

armazenamento em depósitos mistos, os produtos convencionais e biológicos deverão ser devidamente separados para evitar problemas de contaminação; de preferência, guardar o gergelim em silos. Não é permitido realizar o tratamento das sementes de gergelim no armazém misto ou expurgar os produtos com brometo de metila.

As embalagens de armazenamento devem estar livres de inseticidas. A eliminação do ácido oxálico dentro da película ou casca da semente deve ser realizada mediante tratamento a vapor. Não é permitido realizar o tratamento das sementes de gergelim no armazém com brometo de metila (expurgo) ou óxido de etileno nem tampouco o uso de raios ionizados (FAO, 2006).

Com o objetivo de satisfazer os requerimentos de qualidade adotados pelo mercado e de evitar uma eventual contaminação das sementes de gergelim, o seu beneficiamento pós-colheita deverá ser efetuado em condições de absoluta higiene e limpeza. Na Tabela 15, apresentam-se algumas características de qualidade do gergelim, inclusive seus graus de exigência, mínimos e máximos (FAO, 2006).

Em regiões com alta umidade ambiental, as sementes de gergelim voltam a absorver umidade e correm o risco de embolorar (mofar). Sob estas condições, dever-se-iam armazená-las por curto espaço de tempo; no caso de necessitar de armazenamento por período longo, devem ser depositadas em recipiente hermeticamente fechado. Bass et al. (1963), utilizando recipientes herméticos, verificaram que sementes de gergelim conservaram-se por dois anos, quando mantidas em temperatura de 10 °C e umidade de 7%; em temperatura de 21 °C, a conservação só foi mantida quando o teor de umidade das sementes foi de 4%.

O local escolhido para o armazenamento deverá ser apropriado, isto é, seguro, seco, com possibilidades de aeração e condições para fácil combate a roedores, insetos e microrganismos (POPINIGIS, 1985). Devem-se manter espaços e corredores adequados para movimentação e amostragem, bem como divisões que permitam pronta identificação entre os diferentes lotes de grãos numa mesma fileira.

Os grãos de gergelim devem ser armazenados no depósito em sacos novos de papel multifoliados (Figura 86), aniagem ou polietileno trançado. Estes sacos devem ser empilhados sobre estrados de madeira, mantendo uma distância de 1 metro das paredes. Periodicamente, devem-se inspecionar os lotes a fim de

Tabela 15. Padrões de qualidade das sementes de gergelim adotados pelo mercado.

Características determinantes de qualidade	Graus mínimos e máximos
Sabor e cheiro	Específico do tipo, fresco, não rançoso, não embolorado (mofado)
Pureza	(99,96 %). Livre de agentes externos como areia, pedrinhas, restos de fibra, insetos etc
Umidade	Máximo 5-7 %
Resíduos	
- Pesticidas	Não detectado
- Bromo	Não detectado
- Óxido de etileno	Não detectado
Metais pesados	
- Cádmio (Cd)	Máximo 0,8 mg/kg
Microorganismos	
- Germes em total	Máximo 10.000/g
- Leveduras e mofos	Máximo 500/g
- Enterobacteriaceae	Máximo 10/g
- Escherichia coli	Não detectável
- <i>Staphylococcus aureus</i>	Máximo 100/g
- Salmonelas	Não detectável em 25 g
- Coliformes	Máximo 10/g
Micotoxinas	
- Aflatoxina B1	Máximo 2 µg/kg
- Soma das aflatoxinas B1, B2, G1, G2	Máximo 4 µg/kg

verificar anormalidades como umidades, insetos etc (QUEIROGA;BELTRÃO, 2001).

O tamanho de cada lote recomendado é até uma tonelada com sacos empilhados, podendo separar cada lote por produtor. Limpar todas as instalações antes de usá-las, para evitar misturas acidentais e não comprometer a qualidade do material estocado. Recomenda-se identificar o número do lote com um lápis piloto nos sacos de gergelim de cada lote. Este controle dos lotes dos produtores é fundamental para a comercialização (antes de fechar o negócio, o comprador de gergelim exige amostra do produto), pois, numa produção de



Foto: Vicente de Paula Queiroga

Fig. 86. Lote de sementes de gergelim acondicionados em sacos de papel multifoliados/ valvulados e empilhados sobre estrados de madeira

grãos de gergelim, que envolve vários fornecedores, é possível aparecerem produtos de qualidade inferior, em razão de alguns produtores não terem conduzido bem os processos de beneficiamento dos grãos (QUEIROGA et al., 2007). No caso de não se adotar um controle rígido de identificação das sacarias de cada produtor, com certeza irá haver uma desvalorização no preço geral do produto, em função de mistura aleatória dos sacos de grãos sujos com os limpos.

Visando aumentar a pureza dos grãos, após o processo de colheita seria conveniente efetuar uma ventilação complementar num equipamento simples com alimentação manual, o qual possui um bica de descarga na sua parte inferior por onde saem as sementes limpas. Esta máquina descascadora de sementes dos frutos de mamona - produzida pela Metalúrgica GSDourado, de Irecê-BA -, pode ser adaptada para a limpeza das sementes de gergelim, quando se substitui a peneira de mamona por outra peneira de orifícios redondos de 3 mm (1/8 de polegadas). Esta máquina deve ser acionada pela tomada de força do trator com a rotação entre 450 rpm a 500 rpm (Figura 87), mas, para limpar o gergelim é necessário que o material passe primeiro por uma peneira comum de pedreiro, para tirar as impurezas pesadas, e só depois a limpeza deve ser complementada pela máquina, para eliminar as impurezas pequenas (leves). O referido fabricante pretende desenvolver uma máquina idêntica, de pequeno porte, para gergelim, adaptando um redutor de velocidade e colocando um motor na máquina, para trabalhar diretamente com energia.

Foto: Vicente de Paula Queiroga



Fig. 87. Máquina de ventilação utilizada na limpeza dos grãos ou sementes de gergelim, adaptando uma peneira de orifícios redondos de 3 mm e usando a rotação máxima de 500 rpm.

4. Elaboração de Produtos Industrializados

Com base nos produtos industrializados do gergelim mais demandados pelo mercado brasileiro, apenas quatro produtos derivados do gergelim serão abordados detalhadamente: azeite extra-virgem, grãos despelculados de gergelim, tahine e o mais novo produto com o advento do biodiesel.

Os produtos industrializados derivados do gergelim mais utilizados pelos consumidores são:

a) Óleo de gergelim

Os óleos industrializados de gergelim são: óleo extra virgem, óleo refinado e ultra-refinado, óleo tostado e óleo bruto de gergelim.

O óleo de gergelim extraído dos grãos é considerado como um dos mais finos azeites no mercado, sendo comumente usado na indústria alimentícia. Este óleo é rico em ácidos graxos insaturados, contendo aproximadamente 47% de ácido oléico e 39% de ácido linoléico e representa de 44 a 58% do seu peso (BELTRÃO; VIEIRA, 2001); os teores de proteína oscilam entre 17 e 29% (MAZZANI; LAYRISSE, 1998). Tanto o óleo como as comidas fritas com ele tem vida de prateleira longa, devido à presença dos antioxidantes (não rancifica), que melhoram seu sabor (BELTRÃO; VIEIRA, 2001).

1. Óleo extra virgem

O óleo extra virgem da mini-usina de Várzea, PB, é obtido por prensagem a frio numa sala escura, apenas com iluminação indireta do ambiente externo (sol), e utiliza uma pequena prensa do fabricante Ecirtec-SP. O seu rendimento médio de extração de óleo a frio é de 28% (QUEIROGA et al., 2007). Para conservar melhor todas as propriedades químicas naturais do óleo, deve-se realizar o seu envase em embalagem de vidro escuro. Embalagens transparentes de vidro e de plástico, usadas comumente pelos fabricantes, alteram as características do produto (Figura 88).



Fig. 88. Diferentes tipos de embalagem para óleo de gergelim: A) plástico, B) vidro transparentes e C) vidro escuro.

Este produto é um excelente azeitador, dando melhor sabor aos alimentos e às saladas de verduras. O óleo de gergelim possui "flavour" (sabor) característico e agradável e maior estabilidade oxidativa, quando comparado com a maioria dos óleos vegetais, por causa dos ácidos graxos em sua composição e pela presença dos antioxidantes naturais, sesamolina, sesamina, sesamol e gama tocoferol (BELTRÃO; VIEIRA, 2001).

O óleo extra virgem é considerado poderoso átomo de energia e potência concentrada, utilizado na confecção de cremes hidratantes, sabonetes, loções para alopecia e, recentemente, na composição de loções como filtros solares (BELTRÃO; VIEIRA, 2001). Por este motivo, o óleo extra virgem de gergelim é considerado o óleo mais caro no mercado (R\$ 60,00 o litro).

2. Óleo refinado

O óleo refinado é considerado como um dos mais finos azeites disponíveis no mercado. O azeite de gergelim refinado é usado comumente, não somente na indústria do processamento dos alimentos, mas também em numerosas aplicações como na indústria farmacêutica e de cosméticos. Este azeite destaca-se por suas poderosas propriedades antioxidantes naturais, as quais prolongam o período de conservação de produtos fritos. As características desse produto têm incrementado a rápida diversificação de alimentos (BELTRÃO; VIEIRA, 2001).

Atualmente, o óleo de gergelim refinado é obtido de grãos não torrados e, portanto, sua tonalidade é clara (Figura 89). O contrário ocorre com o óleo bruto, ele é marrom porque os grãos foram torrados. As etapas para a obtenção do óleo refinado são: cozimento com vapor, prensagem, neutralização, branqueamento e desodorização (consiste na destilação a vapor sob pressão reduzida). A etapa de tratamento térmico dos grãos de gergelim, antes da extração, não é mais empregada pelas indústrias de óleo (BELTRÃO; VIEIRA, 2001). Quando o óleo refinado é submetido novamente à etapa de filtração, então é obtido o óleo ultra-refinado de gergelim.

Foto: Diego Antonio Nóbrega



Fig. 89. Azeite refinado de gergelim de grãos não torrados

3. Óleo tostado de gergelim

Os alimentos preparados com o óleo de gergelim tostado têm uma excelente resistência à rancificação, devido aos antioxidantes formados durante o processo de torrefação (Figura 90). Vale frisar que no processo de torrefação não se usa nenhum tipo de aditivos, conservantes ou produtos químicos (BELTRÃO e VIEIRA, 2001).

Foto: Diego Antonio Nóbrega



Fig. 90. Óleo tostado de gergelim obtido após torrefação dos grãos ou aquecimento do óleo

Em forno pré-aquecido, é possível obter-se óleo de qualidade, após torrefação do grão, a 180°C por 20 minutos ou por 15 minutos a 200°C, ou do aquecimento do óleo. Com o processo de torrefação do grão, ocorre redução nos teores dos antioxidantes sesamina, sesamolina e g tocoferol, e aumento nos teores de sesamol, devido à decomposição de sesamolina - o sesamol possui atividade antioxidante maior que o seu precursor (sesamolina). Com o aumento da temperatura, ocorre redução da qualidade da proteína - devido ao escurecimento pela perda de aminoácidos sulfurados - e redução da digestibilidade e da solubilidade. Quando torrado, é indispensável nas cozinhas japonesa, chinesa e coreana, em razão do seu 'flavour', ou seja, seu sabor agradável (BELTRÃO; VIEIRA, 2001).

4. Óleo bruto

A extração do óleo bruto é feita pelas seguintes etapas: torrefação dos grãos, cozimento com vapor, prensagem e filtragem. Esta extração é realizada diretamente nos grãos inteiros, mas, devido ao alto teor de óleo e ao baixo teor

de fibra presentes nos grãos, o rendimento do processo é mais baixo do que seria obtido na extração por solvente (BELTRÃO; VIEIRA, 2001). Assim, a torta resultante da extração por prensagem ainda contém teor residual de óleo em torno de 17%. O óleo obtido por prensagem sempre arrasta resíduos que tendem a turvá-lo. A separação deste material pode ser por sedimentação ou por filtração. O tipo de óleo de gergelim obtido por solvente é considerado um produto barato e comercializado nos supermercados dos países da Colômbia e da Venezuela com o nome de "aceite natural de ajonjolí" (Figura 91).

Foto: Diego Antonio Nóbrega



Fig. 91. Óleo de gergelim extraído por solvente, usado no preparo dos alimentos domésticos

Antes de definir e instalar uma mini-usina nas comunidades rurais recomenda-se realizar um estudo econômico do mercado das grandes cidades mais próximas a ela, levando-se em conta as dificuldades de distribuição e venda do óleo, impostas pelo mercado. Segundo Queiroga et al. (2007), a verticalização da produção do gergelim é mais procurada por pequenas associações de produtores ou cooperativas.

A usina de porte médio com capacidade de até 5 toneladas, em 8 horas, poderá ser instalada de acordo com as normas de vigilância sanitária, desde que funcione como Laboratório de Tecnologia de Alimentos, onde deverão ser implantados os equipamentos: prensa (Figura 92) e filtro da prensa.

A filtração tem a finalidade de retirar os resíduos que estão misturados com o óleo. No tipo de equipamento empregado (Figura 93), o óleo passa através de uma série de filtros (10), feitos de tecido grosso. Em cada filtro, vai sendo

Foto: Arquivo da maneklalexports



Fig. 92. Prensa de extração de óleo de gergelim de porte médio
(www.maneklalexports.com/.../OilMill.htm)

Foto: Arquivo da maneklalexports



Fig. 93. Bomba e filtro de prensa de porte médio utilizados na extração do óleo de gergelim (capacidade de kg/h: 170-220 kg)

retirada uma borra, composta pelos resíduos do óleo. Dependendo da qualidade dos grãos empregados (natural sujo de campo) e do grau de impureza do óleo, pode ser feita uma ou mais etapas de filtragem (QUEIROGA et al., 2007).

É necessário instalarem-se os equipamentos da usina de óleo num prédio principal, o qual deverá ter espaço planejado para sala de recepção, banheiros e armário para guardar as batas dos operários. Separadamente, deveriam ser construídas: uma sala para despelículação manual ou mecânica (misturador

Hobert), o depósito de grãos e uma sala de ventilação (máquina de pré-limpeza com peneiras). Para atender às normas sanitárias do Ministério da Saúde, o ideal seria que todas as salas da usina fossem azulejadas. Outra sala deveria ser reservada para funcionamento do secador artificial (Figura 94).

Foto: Vicente de Paula Queiroga

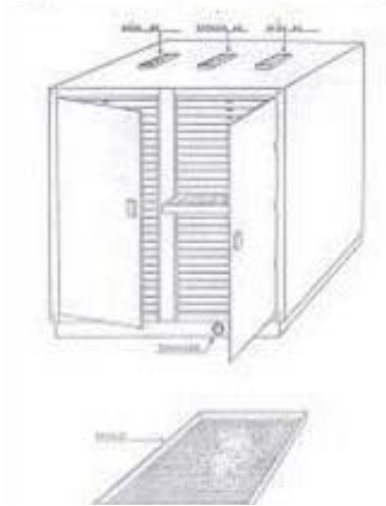


Fig. 94. Secador artificial utilizado no processo de secagem dos grãos

Despeliculação dos grãos de gergelim

Além da utilização de sementes de cor branca, outra forma de agregar valor ao óleo de gergelim é realizando a operação de despeliculação (Figuras 95 e 96) dos grãos pelos seguintes métodos: manual, físico, mecânico e químico.

1- Despeliculação manual

O processo manual de despeliculação consiste em colocar os grãos com casca numa bacia de plástico e adicionar água para o umedecimento dos mesmos por 6 horas. Após serem umedecidos, é preciso ficar esfregando numa superfície rugosa (peneira de malha ou de metal) manualmente os grãos emergidos em água por determinado período de tempo e depois lavá-los com água limpa. Uma vez separados das sujeiras por densidade, os grãos são expostos ao sol para secar até alcançar umidade de 4%. Antes do ensacamento dos grãos despeliculados, é feita a ventilação do material para eliminar as películas remanescentes (QUEIROGA et al., 2007).

Foto: Diego Antonio Nóbrega

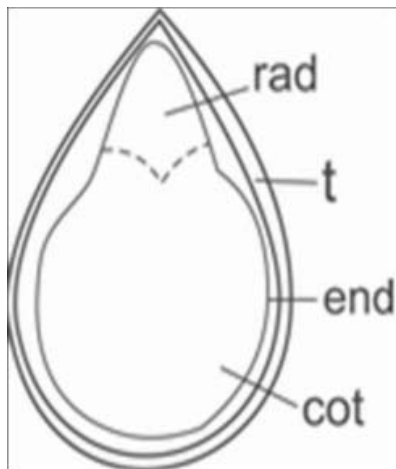


Fig. 95. A estrutura da semente integral de gergelim com detalhe do tegumento (t) envolvendo todo endosperma (end), cotilédones (cot) e radícula (rad)

Foto: Vicente de Paula Queiroga



Fig. 96. Destaca o brilho e a uniformidade dos grãos despelculados de gergelim

2- Despeliculação física

O método físico de despeliculação de grãos é apresentado no item mais adiante, quando é relatado o processo de preparação da receita do 'tahine'.

3- Despeliculação mecânica

O descascamento dos grãos é considerado como um processo preliminar de industrialização do gergelim; o mais recomendado seria o mecânico (QUEIROGA et al., 2007). Esta técnica de descascamento de fricção mecânica não inclui nenhum agente químico e, após o processo de separação da película, os grãos

conservam todos seus atributos naturais e nutricionais. Esses grãos descascados podem ter preço duplicado ou triplicado quando são destinados para padarias, em relação aos grãos convencionais (Figura 97) e representam 62% do mercado de gergelim.

Foto: Vicente de Paula Queiroga



Fig. 97. Excelente aparência do pão com grãos de gergelim despeliculados

No processo mecânico de despeliculação, os grãos com casca são umedecidos em água apenas por 6 horas. Depois eles são colocados no misturador Hobart ou Planetário (Figura 98) por 5 minutos, usando a velocidade três (MAZZANI, 1999). Uma vez completada esta operação de despeliculação, os grãos são separados das cascas por flutuação e por peneiração; em seguida, são expostos ao sol para secar até alcançarem 4% de umidade. Antes do ensacamento dos grãos despeliculados, é feita a ventilação do material para eliminação das películas soltas.

4- Despeliculação química

Esta forma de apresentação implica os processos de limpeza, despeliculação e embalagem. Estes processos são os seguintes:

- a) Descarga em moega ou descarga manual no tanque A;
- b) Transporte manual do produto (ou através de um elevador) até tanques A e B para umidificação dos grãos. Os grãos com casca são umedecidos em água normal apenas por 3 horas, no tanque A. No tanque B, adicionam-se água (a

Foto: Vicente de Paula Queiroga



Fig. 98. Misturador Hobart ou Planetário usado no processo de despliculação mecânica de grãos de gergelim

- 90 °C) e soda cáustica (solução de 0,06%), deixando-se o produto em repouso por 1 minuto (RAMACHANDRAN et al., 1970; SHAMANTHAKA et al., 1970);
- c) Depois de 1 minuto, a água e a soda cáustica são extraídas, e o grão umedecido é levado ao descascador - uma espécie de bateadeira -, onde, por fricção e adição de água fria (25 °C), se tira a película do grão (MAZZANI, 1999);
 - d) Quando o gergelim sai da bateadeira, os grãos são transportados para tanques de decantação (Tanque A com água renovada), para eliminar objetos pesados como metais, areia ou qualquer vestígio de material não desejável;
 - e) No tanque A, o gergelim é lavado com água fria sob pressão, para eliminar completamente a película;
 - f) Os grãos de gergelim são levados a um centrifugador, para extrair a água exterior dos grãos, e logo transportados, através de outro elevador, a um cilindro pré-secador.
 - g) O produto é, então, transportado por elevador para um secador não intermitente (ou estacionário). Por intermédio de turbulência do ar quente que atravessa uma tela muito fina, a água interna das sementes é extraída, até alcançar um grau de secagem que oscila entre 3 e 5% em base úmida.
 - h) Os grãos secos de gergelim passam para uma moega e para outro elevador

que os leva a uma máquina classificadora. Quando termina a classificação, o gergelim descascado passa para outra moega, que destina o material para embalagem (Figura 99). Esta semente de gergelim é acondicionada e armazenada de acordo com o grau de processamento a que tenha sido submetida. O produto (natural sujo e limpo) é ensacado a vácuo e armazenado, sendo recomendado fazer sua classificação (anotação na sacaria por lote) em função das cultivares, cor e qualidade (DELTATECH, 2005).

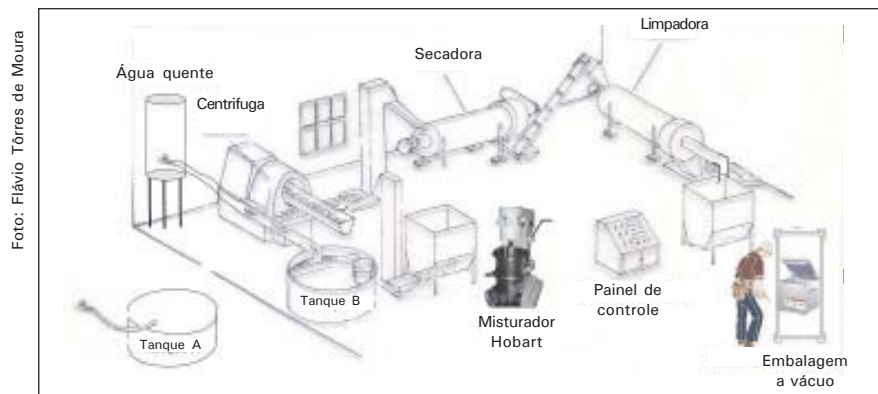


Fig. 99. Fluxograma dos processos semi-contínuos de despêliculação química de sementes de gergelim

Quando o processo químico de despêliculação do gergelim visa atender a uma pequena demanda do mercado (Figura 100), as sementes passam pelas seguintes etapas: a) 03 kg de sementes são colocadas dentro de um vasilhame, tendo em seu fundo uma espécie de peneira bastante fina que as retém; b) este vasilhame com as sementes é submerso em balde (azul) com água normal (25 °C) durante 3 horas (molho); c) em seguida, as sementes no vasilhame permanecem por um minuto dentro de outro balde (preto), contendo em seu interior água quente (temperatura de 90 °C) numa solução feita de 0,06% de soda cáustica; c) as sementes são submetidas por 6 minutos a batadeira industrial na velocidade de rotação número 3; d) o excesso de umidade é extraído dos grãos pela centrífuga de uma desnatadeira adaptada, apenas tapando o fundo da panela de inox com uma tela fina, prendendo-a com fita adesiva, para evitar a passagem dos grãos; e) a secagem complementar dos grãos pode ser efetuada num secador rotativo da Ecirtec; f) as sementes são



Fig. 100. Esquema dos processos descontínuos de despeliculação química das sementes de gergelim para atender às micro-empresas de comunidades rurais organizadas.

Fotos: A, B, C, D, G, H - Vicente de Paula Queiroga

Fotos: E, F - Foto: Adilson Manzano

peneiradas e ventiladas dentro da máquina de marca Ecirtec ou no assoprador Souht Dakota (Figura 101); g) as sementes limpas são envasadas com 4% de umidade em sacos de plástico pela embaladora a vácuo; e h) sementes de gergelim despelculadas quimicamente.

A despeliculação é mais valorizada quando realizada com grãos brancos como os da BRS Seda, porque quando se remove a película o oxalato de cálcio e fibra não digerível são eliminados; conseqüentemente, o grão fica mais doce por perder o gosto amargo, que é característico da espécie. Já nos grãos de outras

Fotos: Alek Sandro Dutra

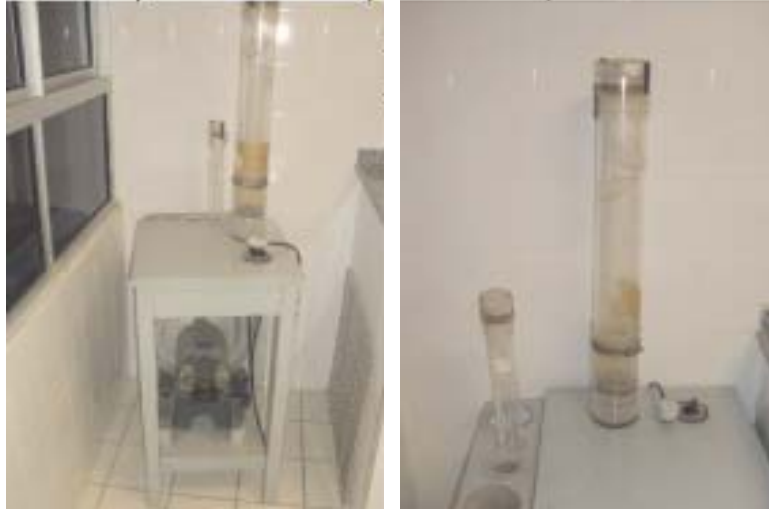


Fig. 101. Assoprador Souht Dakota usado para separar as impurezas das sementes pequenas de gergelim

cores, este gosto amargo não é eliminado totalmente, quando se remove sua película, pelo fato do oxalato de cálcio estar presente no endosperma dos grãos. Uma vez completada a despeliculação dos grãos de cor branca, o produto terá melhor preço no mercado por elevar sua qualidade alimentícia, podendo chegar a duplicar ou triplicar o seu valor de mercado em relação aos grãos convencionais (QUEIROGA et al., 2007).

O grão descascado é mais utilizado no consumo direto pelas padarias, confeitarias e outras indústrias alimentícias. Os grãos despeliculados de gergelim devem ser processados com base na quantidade demandada pela indústria. Ou seja, não é recomendado armazenar grãos descascados para ficar esperando pelo mercado. Dependendo do processo utilizado para despeliculação, o grão que teve contato com a água pode mudar de cor (grão escuro) entre um e dois meses (MAZZANI, 1999).

Num trabalho de despeliculação de gergelim realizado na Venezuela, Mazzani (1999) observou que o índice de peróxido (oxidação) foi ligeiramente maior na amostra descascada mecanicamente nas seis semanas de armazenamento, quando comparada com a amostra descascada quimicamente (hidróxido de sódio a 0,06%). Entretanto, esta última amostra apresentou maior deterioração a partir da oitava semana de armazenamento, ficando mais acentuada a mudança de cor.

c) 'Tahine' (creme de gergelim)

O delicioso creme de gergelim, que em árabe se denomina "tahine", deve ser preparado com gergelim de cor branca, de sementes descascadas ou despeliculadas, visando eliminar o gosto amargo de oxalato de cálcio presente da sua película. Este tipo de 'tahine' é o mais refinado e mais valorizado no mercado, pois, é reconhecido por sua riqueza em proteínas e por ser uma das melhores fontes de energia para o corpo humano; ademais, a pasta elaborada é 100% natural (sem conservantes químicos).

Este creme de gergelim é preparado tostando-se $\frac{1}{2}$ kg de sementes branca numa frigideira seca ou panela (Figura 102), durante 5 a 10 minutos a 180°C. Ao serem tostadas, as sementes descascam-se naturalmente (método físico de eliminação das películas), antes de serem moídas. Após esfriar, mexe-se a massa adicionando água fervida (a temperatura ambiente) e sal rosado líquido até obter uma pasta consistente (MOLLER, 2006). Envasar em frasco de vidro e depois de aberto o recipiente, guardar sempre na geladeira. Esta receita nem sempre é cumprida pelos fabricantes de 'tahine', pois alguns elaboram a pasta com sementes não brancas e/ ou não realizam a separação das películas das sementes (despeliculação), resultando num produto de gosto amargo, que é característico do gergelim. No comércio de produtos naturais, o 'tahine' pode ser encontrado com distintas embalagens e tonalidades de cor (Figura 103).

Foto: Diego Antônio Nóbrega



Fig. 102. O método físico de despeliculação de grãos utiliza uma panela com tampa perfurada especialmente para tostar gergelim

Fotos: Vicente de Paula Queiroga



Fig. 103. Embalagens do creme de gergelim ('tahine') em vidro (cor clara e achocolatado) e em lata.

d) Produção de biodiesel

Diversos tipos de óleos vegetais podem ser usados para produzir biodiesel. Mas, havendo interesse por parte do produtor de gergelim em atender ao programa de biodiesel, há duas vias como alternativas para extração do óleo a partir da torta gorda (a qual é resultante da primeira extração do óleo a frio das sementes para produzir o óleo extra-virgem, em razão de sua alta viabilidade econômica). Na primeira alternativa, a extração do óleo seria realizada por prensagem da torta gorda pré-aquecida em usinas adaptadas para extração de óleo de algodão (Figura 104); as máquinas que fazem a operação de extração a quente necessitam trabalhar com uma temperatura de 120 °C (FAO, 2006). Na segunda alternativa, a extração do óleo da torta gorda seria pelo método de extração com solvente, o qual poderia fornecer em até 20% de óleo bruto.

Foto: Diógenes Galindo Diniz



Fig. 104. Usina de extração a quente de óleo de caroço de algodão, podendo ser adaptada para grão de gergelim

A extração química de óleos vegetais utiliza uma mistura de hidrocarbonetos denominada de "hexana" (fração do petróleo) com ponto de ebulição ao redor de 70 °C, que passa pela matéria-prima devidamente preparada. Esta passagem do solvente pela matéria-prima é denominada "lavagem" e sua eficiência será maior quando o contato com as células de óleo for facilitada pela exposição de uma superfície maior. O óleo da matéria-prima que está na superfície é retirado por simples dissolução e o óleo presente no interior de células intactas são removidos por difusão. Assim, a velocidade de extração do óleo decresce com o decurso do processo. Mesmo com a extração por solvente não se tem uma eficiência de 100%, pois, o farelo ficará ainda com um teor de 0,5 a 0,6% (em geral 1%) de óleo. A mistura de óleo com solvente é chamada de "miscela" e o equilíbrio no sistema óleo-miscela-solvente é o fator que determina a velocidade de extração. A difusão do solvente será mais rápida quanto melhor for a preparação da matéria-prima e quanto maior for a temperatura de extração (próximo à temperatura de ebulição do solvente). A extração não é completa, pois, o farelo geralmente apresenta um teor de 0,5 a 2,0% de óleo. Posteriormente é necessário fazer uma nova destilação, para separar o óleo do solvente (SOAREZ, 2006).

Na extração química contínua, pode-se utilizar o sistema "Rotocel", que é um cilindro horizontal dividido em setores, onde é colocada a matéria-prima, mantido em baixa rotação; a matéria-prima inicial recebe a miscela mais concentrada e depois, gradativamente, com miscelas mais diluídas. Na extração química descontínua, utiliza-se um ou mais extratores (aparelhos tipo tanque vertical com boca de carga e descarga, sistema de aquecimento por meio de camisa com vapor indireto, tomadas para entrada e saída de líquidos e gases). Dependendo do número de extratores montados na planta, após circulação de miscela (solvente com óleo), o solvente limpo é circulado sobre o material quase completamente desengordurado. Este solvente sairá do extrator já em forma de miscela, sendo reutilizado nos extratores seguintes, que apresentam teores cada vez mais elevados em óleo (ECIRTEC, 2008).

Outro método para extração de óleos essenciais de sementes e tortas de gergelim utiliza o sistema de Extração por Arraste de Vapor. A extração desses óleos é feita por destilação. Uma corrente de vapor passa pela matéria-prima e arrasta com ela o óleo essencial. Quando esse vapor condensa, temos dois líquidos imiscíveis: água e óleo essencial. A Ecirtec dispõe de vários modelos com diversas capacidades de produção (Figura 105).

Em princípio, é necessário que se obtenha matéria-prima (óleo de gergelim já filtrado) com o mínimo de umidade e de acidez. Isto é possível quando a mesma

Foto: Adilson Manzano



Fig.105. Extração por arraste de vapor d'orna: A) equipamento com capacidade de 15 litros e B) equipamento com capacidade de 500 litros

é submetida a um processo de neutralização, mediante uma lavagem com uma solução alcalina de hidróxido de sódio ou de potássio, seguida de um processo de secagem ou desumidificação. As especificações do tratamento dependem da natureza e condições da matéria graxa usada como matéria-prima (PARENTE, 2003).

A reação de transesterificação é a etapa da conversão do azeite em ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos, que constituem o biodiesel. A reação pode ser representada por quaisquer das seguintes equações químicas:



A primeira equação química representa a reação de conversão, quando se utiliza o metanol (álcool metílico) como agente de transesterificação, obtendo-se, portanto, como produtos, os ésteres metílicos que constituem o biodiesel e o glicerol (glicerina). Enquanto a segunda equação faz referência à utilização do etanol (álcool etílico), como agente de transesterificação, dando como resultado o produto biodiesel, o qual é representado por ésteres etílicos e a glicerina (PARENTE, 2003).

O mini-sistema para produção de biodiesel é constituído por uma unidade compacta para a conversão de óleo vegetal em biodiesel, com capacidade de $100 \text{ l}\cdot\text{h}^{-1}$. Este mini-sistema, que tem sido denominado "máquina de biodiesel móvel", é um equipamento de fabricação da empresa Tecbio (Figura 106). O mini-sistema possui as seguintes características: a) Dimensões: 7,5 m (comprimento) x 3,5 m (largura) x 5,0 m (altura); b) peso aproximado: 3.500 kg; c) unidade móvel, facilmente transportável por caminhão convencional; d) potência elétrica: 18 kw, quando o gerador de calor é elétrico e 3 kw quando a fonte de calor é outra; e) consumo de água: 2.000 litros por dia; f) mão-de-obra de duas pessoas (empregado e auxiliar) e g) processo manual com várias etapas de transesterificação para produção de biodiesel.

Fotos: Expedito José de Sá Parente



Fig. 106. Mini-sistema móvel para produção de biodiesel e planta piloto industrial com capacidade de produção de 8.000 litros diários de biodiesel da Universidade Federal do Piauí de Teresina, PI, fabricados pela empresa Tecbio de Fortaleza-CE

Para atender aos programas da agricultura familiar, a empresa Linard Engenharia e Fundação, do município de Missão Velha, CE, e o Instituto de Ensino Tecnológico (Centec), também em Juazeiro do Norte, encamparam o projeto de fabricação de mini-usinas de biodiesel. Uma dessas usinas foi apresentada no parque de Exposição Agropecuária do Crato, CE (Expocrato), em 2008 (Figura 107).

Um projeto piloto para produzir biodiesel a partir da matéria-prima do óleo da mamona foi implantado na fazenda Normal, localizada no Município de

Foto: Vicente de Paula Queiroga



Fig. 107. Unidade Piloto industrial de produção de biodiesel para diversos óleos vegetais do fabricante Linard Engenharia e Fundição de Missão Velha, CE

Quixeramobim, CE, pertencente ao Governo do Estado do Ceará e administrada pela EMATERCE. O biodiesel produzido da mamona é utilizado para alimentar um gerador de energia. A geração de energia elétrica e a distribuição aos domicílios foram feitas na comunidade rural "Serrinha de Santa Maria", localizada no mesmo município, sendo os próprios produtores da referida comunidade os responsáveis pela produção da matéria-prima (SEVERINO et al., 2005).

5. Resumo da Cadeia Produtiva do Gergelim

a) Demandas do mercado

Variedades: grãos brancos que podem ser exportados em estado natural e/ou despelculados. Em alguns países da América Central e do Sul, as cooperativas dos produtores trabalham na comercialização do produto diretamente com mercados da União Européia, USA e Japão.

A capacidade instalada dos descascadores de grãos de gergelim nas comunidades familiares do Brasil terá que ser dimensionada em função do tamanho dos mercados interno e externo. Além disso, deve ser aberto mercado para o gergelim despelculado, incentivando o plantio das cultivares com grãos brancos. Por sua aparência branca e sabor doce, as variedades mais utilizadas no descascamento têm sido Caribe, Inamar e Mejjicana (IICA, 2004). Recentemente, a Embrapa Algodão lançou uma nova variedade de gergelim de sementes brancas, denominada de BRS Seda. Além da venda das sementes despelculadas, em geral, estas variedades com grãos brancos de gergelim devem possuir teor de óleo superior a 50% (IICA, 2004).

b) Qualidade de exportação

O gergelim é exportado principalmente sob três formas: natural sujo de campo, natural limpo de campo e despelculados. Cada uma apresenta diferentes níveis de processamento, de preços e de custos. No entanto, quando a produção de gergelim é destinada à exportação, apenas as duas últimas formas são as demandadas pelo mercado; a forma natural suja de campo tem uma demanda restrita, devido à desvantagem do seu preço estipulado pelo mercado (IICA, 2004).

Em relação às exportações de óleo de gergelim pelos produtores, a informação sobre tal mercado é escassa (representa menos de 4% do mercado), por ser o óleo mais explorado pelas grandes indústrias para abastecer os vários distribuidores varejistas.

Numa situação favorável de incentivo do governo brasileiro para a cultura do gergelim no Brasil, nos próximos 5 anos, provavelmente poderia aparecer uma estrutura global e organizada da cadeia do gergelim com os seguintes cenários apresentados na Figura 108, baseando-se para isso em dados extraídos da cadeia produtiva dos produtores da Nicarágua que guarda uma estreita relação com a realidade dos pequenos e médios produtores do Brasil:

Esta cadeia do gergelim se constitui numa estrutura insumo-produto em que intervêm agentes, processos, produtos e canais de comercialização, os quais se engrenam em quatro elos principais: A fase primária ou produção agrícola, a fase do processamento ou transformação agroindustrial, o elo da comercialização (que inclui os circuitos de comercialização interna e de exportação) e o consumo (IICA, 2004).

c) Agro industrialização ou processamento

Este elo da cadeia poderá ser considerado um dos pontos agravantes no sistema produtivo do gergelim no Brasil, em função do baixo valor agregado do produto, caso o mesmo dependesse apenas da exportação na forma de sementes. Ou seja, os baixos níveis de industrialização do produto limitam as expectativas de obterem-se preços mais altos pelas exportações e, de certa maneira, frustraria a consolidação da cadeia do gergelim por parte dos produtores.

Aquisição de bens e serviços relacionados a assistência técnica e serviços especializados

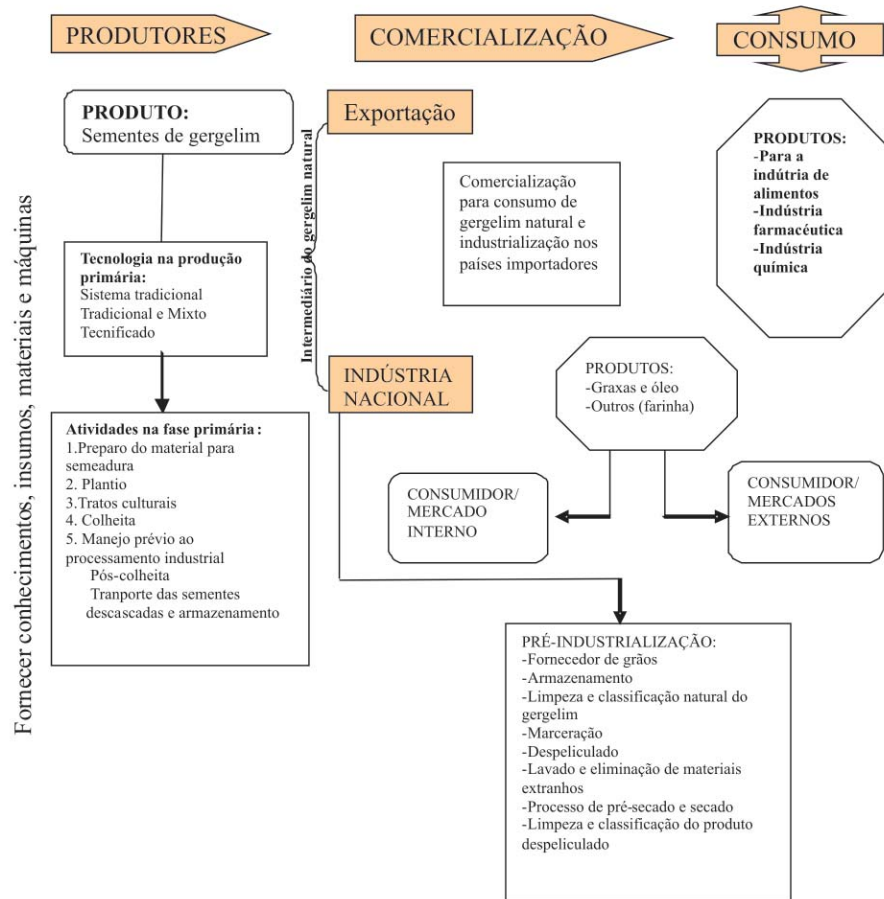


Fig. 108. Cadeia produtiva do gergelim visando à expansão da cultura no Brasil.

d) Fornecedor de grãos

O manejo pós-colheita na empresa de óleo é iniciado pelo fornecedor dos grãos. O usineiro pode adquirir a semente de gergelim por duas vias: a) Do produtor diretamente, sendo o produto entregue na usina de óleo e b) através de intermediários. A intervenção dos intermediários estabelece-se por existir um espaço que não está sendo coberto pela cadeia produtiva. Independente do volume produzido, o produtor vende sua colheita de gergelim ou parte dela aos

intermediários por dois motivos: por desconhecer que existem outros agentes - que pagam melhores preços - e por falta de meios de transporte e da distância para levar o produto a outro mercado mais promissor (IICA, 2004).

e) Fatores incidentes no preço do produto

Os preços compactuados dependem essencialmente da variedade e da qualidade do produto. É do conhecimento de alguns produtores de gergelim, que fornecem suas produções diretamente para as empresas de óleo, que a decisão de compra se realiza após uma série de provas de laboratório efetuadas sobre uma amostra do produto (sementes) para determinar os seguintes aspectos: qualidade, sujeiras, imperfeições e condições do grão. A primeira prova é puramente visual. Mas, em geral, são realizadas as provas de laboratório para evitar uma avaliação subjetiva do produto. Quando chega o momento do produtor ou intermediário entregar o produto na usina processadora de óleo, novas amostragens de grãos são realizadas em cada saco de gergelim para constatar se o produto que se está recebendo coincide realmente com a primeira amostra analisada. Caso os resultados sejam diferentes, o produto é reclassificado e se estabelece outro valor de compra para o mesmo. O poder de negociação dependerá da maior ou menor oferta do produto no mercado. Quando a oferta do produto é baixa, as exigências por qualidade e variedade diminuem (IICA, 2004).

Limitações no fornecimento de gergelim.

1. Alto grau de sujeira (terra, materiais estranhos) do produto entregue pelo agricultor.
2. Os intermediários realizam as misturas dos produtos com distintas qualidades para evitar a rejeição de parte ruim do produto pelos classificadores da usina de óleo.
3. Antes da compra do produto, através dos procedimentos para examinar e classificar os grãos, utilizados pelos encarregados da empresa de óleo, pode-se cometer fraude para desvalorizar o produto.
4. O mercado nacional deveria criar os mostruários padrões em cada usina de óleo, os quais serviriam de parâmetros para uma classificação da qualidade do produto mais justa e transparente. Todavia, dependendo da classificação de qualidade que se realiza sobre o material em negociação e do grau de

limpeza que o mesmo tenha, este pode sofrer ainda uma redução no preço acordado (IICA, 2004).

f) Classificação do Produto e Processamento Agroindustrial

O gergelim no Brasil comercializa-se sob três formas de apresentação: Natural Sujo de Campo, Natural Limpo e Despeliculado. Cada uma destas formas tem seu próprio processo, desde as atividades mais simples às mais complexas.

1. Gergelim Natural Sujo de Campo. Este constitui-se num processo simples, uma vez que seja classificado como produto indesejável - quando não está apto para ser comprado. Mas, quando o produto é desejável (Figura 109), existem três categorias de classificação por qualidade: baixa, intermediária e excelente. O produto é armazenado, ficando pronto para ser comercializado.

Foto: Vicente de Paula Queiroga



Fig. 109. Gergelim natural sujo de campo

2. Gergelim Natural Limpo. O produto embalado em sacos é transportado para o depósito da unidade processadora (Unidade de Beneficiamento de Sementes-UBS), sendo descarregado na moega. Através de um elevador mecânico, os grãos são transportados a uma peneira classificadora e vibradora, que fica submetida a um mecanismo de turbulência de ar, cuja finalidade é a eliminação dos materiais estranhos contidos no produto (pedra, areia, material orgânico em forma de casca, folhas etc). Em seguida, o produto está pronto para a segunda fase de limpeza. Ou seja, outra descarga do material é feita na moega e, através de um elevador, os grãos são colocados numa segunda máquina e, por meio de um mecanismo de turbulência e peneira, eliminam-se o material fino e as sementes em mal estado. No final, o produto é acondicionado em novo saco e transportado para o depósito, onde se armazena o produto natural limpo (IICA, 2004; Figura 110).

Foto: Diego Antonio Nóbrega

**Fig. 110.** Gergelim natural limpo

3. Gergelim Despeliculado. Esta forma de apresentação implica nos processos de limpeza, despeliculamento e embalagem tipo exportação, já abordados anteriormente.

6. Coeficiente Técnico

Tabela 16. Estimativas de custos variáveis por hectare para o cultivo manual do gergelim.

Ítem	Discriminação	Unidade	Quantidade
1	INSUMOS		
1.1	Sementes	kg	3
1.2	Adubo (08-24-16)	kg	150 a 250
1.3	Inseticida	litro	1
1.4	Fungicida	litro	1
2	OPERAÇÕES		
2.1	Preparo do solo		
2.1.1	Capinas	d/h	5
2.1.2	Plantio	d/h	2
2.1.3	Semeio mecânico manual	h/m	2,0
2.1.4	Aplicação de defensivos costal	d/h	0,4
2.1.5	Colheita manual	d/h	5

Tabela 17. Estimativas de custos variáveis por hectare para o cultivo semi-mecanizado do gergelim.

Ítem	Discriminação	Unidade	Quantidade
1	INSUMOS		
1.1	Sementes	kg	3
1.2	Quirela de arroz	kg	24
1.3	Adubo (08-24-16)	kg	150 a 250
1.4	Herbicida pré-emergente	litro	0,7 a 2,0
1.5	Adubo e cobertura (N)	kg	20
1.6	Inseticida	litro	1
1.7	Fungicida	litro	1
1.8	Herbicida pós-emergente	litro	1
2	OPERAÇÕES		
2.1	Preparo do solo		
2.1.1	Gradagem aradora	h/m	1
2.1.2	Gradagem niveladora	h/m	0,7
2.1.3	Semeio mecanizado (Semeato adaptada)	h/m	1,0
2.1.4	Aplicação de herbicida	h/m	0,4
2.1.5	Aplicação de defensivos	h/m	0,8
2.1.6	Corte das plantas com a Segadora-Atadora	h/m	0,5
2.1.7	Preparação das medas	d/h	8
2.1.8	Alimentação manual da trilhadeira	d/h	4

Tabela 18. Estimativas de custos variáveis por hectare para o cultivo mecanizado do gergelim

Ítem	Discriminação	Unidade	Quantidade
1	INSUMOS		
1.1	Sementes (plantio de 40 cm entre fileiras)	kg	6
1.2	Quirela de arroz	kg	24
1.3	Adubo (08-24-16)	kg	150 a 250
1.4	Herbicida pré-emergente	litro	0,7 a 2,0
1.5	Herbicida pós-emergente	litro	1,5
1.6	Inseticida	litro	1
1.7	Fungicida	litro	1
1.8	Espalhante adesivo	litro	0,12
1.9	Dessecante (Reglone)	litro	2,0
2	OPERAÇÕES		
2.1	Preparo do solo		
2.1.1	Grade niveladora	h/m	1
2.1.2	Aplicação de herbicidas	h/m	0,4
2.2	Plantio		
2.2.1	Semeadeira adubadeira (Semeato)	h/m	1
2.3	Tratos culturais		
2.3.1	Aplicação de inseticida e fungicida	h/m	0,4
2.3.2	Aplicação herbicida de dessecação	h/m	0,2
3	COLHEITA		
3.1	Colheita mecânica	h/m	3

Fontes das tabelas 16, 17 e 18: Arriel (1997); Cardenas (1978); Langham et al. (2006); Mazzani (1999).

7. Referências Bibliográficas

- ABD EL CHANY, A. K.; EZZ EL RAFEL, M.; BEKHIT, M. R.; EL YAMANY, T. Studies on root wilt disease of sesame. **Agricultural Research Review**, v.48, n.3, p.85-99, 1970.
- ALAM, S.; BISWAS, A. K.; MANDAL, A. B. Heterosis in sesame (*Sesamum indicum* L.). **Journal of Interacademia**. v. 3, n. 2, p. 134-139, 1999.
- AL-ANI, H. Y.; NATOUR, R. M.; EL-BEHADLI, A. H. Charcoal root of sesame in Iraq. **Phytopathology Mediterranean** , v.9, p.50-53, 1970.
- ALOISI, R. R.; PAGGIARO, C. M.; BIBIAN, R.; MACHADO JÚNIOR, A. P.; ALBUQUERQUE, F. C. Uso de hastes subsoladoras em áreas de cana-de-açúcar. **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 10, n. 6, p. 26-30, 1992.
- APONTE, G. A. Plagas del ajonjolí. In: IICA (Quito, Equador). **VI curso corto tecnologia de la producción de ajonjolí**. Acarigua, 1990. p.25-128.
- ARAUJO, L. H. A.; BLEICHER, E.; HAJI, F. N. P; BARBOSA, F. R; SILVA, P. H. S da; CARNEIRO, J. da S.; ALENCAR, J. A de. Manejo de agroquímicos para o controle de mosca branca, *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring. In: EMBRAPA. Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento (Brasília, DF). **Manejo integrado de mosca branca: plano emergencial para o controle da mosca branca**. Brasília, 1998. Não paginado.
- ARIAS, B.;CARRIZALES, L.; RUIZ, G.. Evaluación de variedades de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) ante manchas foliares en los Llanos de Monagas. en **II Jornadas Técnicas sobre el cultivo del ajonjolí en Monagas**. FONAIAP, Estac. Exper. Monagas. MATURÍN. 1987.
- ARRIEL, N. H. C. Diagnóstico e perspectivas do gergelim no Brasil. In: REUNIÃO TEMÁTICA MATÉRIAS-PRIMAS OLEAGINOSAS NO BRASIL: DIAGNÓSTICO, PERSPECTIVAS E PRIORIDADES DE PESQUISA, 1997, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: MAA/EMBRAPA/ABIOVE, 1997. p.119-138.
- ARRIEL, N. H. C.; GUEDES, A. R.; COSTA, I. T. **Avaliação de genótipos de gergelim quanto a tolerância à podridão negra do caule**. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1997. (Embrapa-CNPA. Pesquisa em Andamento, 50).

ARRIEL, N. H. C.; FREIRE, E. C.; ANDRADE, F. P. **Melhoramento genético**. In.: BELTRÃO, N. E. de M.; VIEIRA, D. J.(Ed.). O agronegócio do gergelim no Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001, p. 247-284.

ASHRI A.; LADIJISKI, G. Anatomical effects of the capsule dehiscence alleles in sesame. **Crop Science**. v. 4, p.136-138, 1964.

BASS, L. N.; CLARK, D. C.; EDWIN, J. Vacuum and inert gas storage of safflower and sesame seeds. **Crop Science**, Stanford, n. 3, p. 237-240, 1963.

BEECH, D. F. Sesame-on agronomic approach to yield improvement. In: FAO (Roma) **Sesame: status and improvement**. Roma, 1981. p.121-126. (FAO. Plant production and protection paper, 29).

BENNETT, M. R. Sesame. In: **GRAINS and legumes**. Australia: The New Crop Handbook. , p. 214-220, 2004.

BELTRÃO, N. E. de M.; FREIRE, E. C. **Cultura do gergelim (*Sesamum indicum* L.) no Nordeste do Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1986. 18 p. (EMBRAPA-CNPA. Circular Técnica, 12).

BELTRÃO, N. E. de M.; FREIRE, E. C.; LIMA, E. F. **Gergelimcultura no trópico semi-árido nordestino**. Campina Grande: EMBRAPA - CNPA, 1994. 52 p. (EMBRAPA - CNPA. Circular Técnica, 18).

BELTRÃO, N. E. de M.; NÓBREGA, L. B. da; SOUZA, R. P. de; SOUZA, J. E. G. de. **Efeitos da adubação, configuração de plantio, e cultivares na cultura do gergelim no Nordeste do Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1989. 23p. (EMBRAPA-CNPA. Boletim de Pesquisa, 21).

BELTRÃO, N. E. M; SOUZA, J. G. de; PEREIRA, J. R.. **Fitologia**. In: BELTRÃO, N. E. de M.; VIEIRA, D. J.(Ed.). O agronegócio do gergelim no Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica;Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001, p. 37-57.

BELTRÃO, N. E. de M.; VIEIRA, D. J. **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 348 p.

BERLINGERI, C. **Posibles causas de la baja fertilidad del ajonjolí indehisciente (*Sesamum indicum* L.)**. 2000. 81 f. Disertación (Tesis de Maestría) - Universidad Central. Maracay, Venezuela.

- BUDOWSKI, P.; MARKLEY, K. S. The chemical and physiological properties of sesame oil. **Chemical Review**, Colorado, v. 48, p.115-151, 1951.
- CARDENAS, R. E. D. Analisis de los sistemas mecanizados de la cosecha en el cultivo del ajonjolí (*Sesamum indicum*). **Agronomía Tropical**. v. 10, n. 1-4, p. 291-347, 1978.
- CARDONA, A. N. Enfermedades fungosas del ajonjolí (*Sesame indicum* L.). **Fitofilo**, v.2, n.1, p.7-11, 1943.
- CASTRO, O. M. de; LOMBARDI NETO, F. Manejo e conservação de solos em citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v.13, p.275-305, 1992.
- CHOUDHARY, R. Ecotoxicological studies with carbamate insecticides on pest complex of *Sesamun indicum* L. In: MARTINEZ, J. F. **Sesame and safflower newsletter**. Cordoba: CIDA, 1986. p. 36-42.
- COOK, A. A. **Diseases of tropical and subtropical field, fiber and oil plants**. New York: Macmillan, 1981. 450 p.
- COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL. **Oleaginosas no Estado de São Paulo: análise e diagnóstico**. Campinas, 1998. 39 p (CATI Documento Técnico, 107).
- CORREA, J. J. A. Situacion del ajonjolí en Colômbia. In: IICA. **VI Curso corto tecnologia de la produccion de ajonjolí**. Acarigua, Venezuela, 1990. p. 87-94.
- DANTAS, I. P. **Manual técnico: receitas simples, puras, ecológicas e sustentáveis**. [S.l.: s.n.], 2001. 78 p.
- DELTATECH. **Desenho técnico: ficha técnica de equipamentos**. 2005. Disponível em: < www.deltatech.com.br > . Acesso em: 20 out. 2008.
- ECIRTEC. **Equipamentos: ECIRTEC - equipamentos e acessórios industriais**. 2008. Disponível em: < <http://www.ecirtec.com.br/> > Acesso em: 20 out. 2008.
- EMBRAPA ALGODÃO (Campina Grande, PB). **Gergelim BRS Seda**. Campina Grande, 2007. 1 Fôlder.
- EMBRAPA Algodão. Melhoramento genético do gergelim. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007. 1 Fôlder.

FAO. **Ajonjolí (*Sesamum indicum* L.):** fichas técnicas: productos frescos y procesados. 2006. Disponível em: <www.fao.org/.../ae620s/Pfrescos/AJONJOLI.HTM>. Acesso em: 20 out. 2008.

FERRER, J. B. The occurrence of angular leaf-spot sesame in Panamá. **Plant Disease Report**; v. 44, n. 3, p. 221, 1960.

FONAIAP - Estación Experimental Portuguesa. **Nueva tecnología para la siembra temprana de Ajonjolí en los llanos occidentales.** FONAIAP n.27, 1988. Disponível em: <<http://www.ceniap.gov.ve/.../fd27/texto/nuevas.htm>>. Acesso em: 21 jun. 2008.

FONSECA, K. S. **Avaliação da maturação fisiológica do gergelim (*Sesamum indicum* L.) para obtenção do ponto ideal de colheita.** 1994. 35 f. Dissertação (Estágio Supervisionado) - Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande.

FRANCO, J. A. A. **A cultura do gergelim e suas possibilidades no Nordeste.** Fortaleza: BNB-ETENE, 1970. 69 p.

GADANHA JÚNIOR, C. D.; MOLIN, J. P.; COELHO, J. L. D.; YAHAN, C. H.; TOMIMORI, S. M. A. W. **Máquinas e implementos agrícolas do Brasil.** São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1991. 468 p.

DELGADO, N.; LAYRISSE, A.; QUIJADA, P. Herencia de la indehiscencia del fruto del ajonjolí *Sesamum indicum* L. **Agronomía Trop.** v. 44, n. 3, p. 499-512, 1994.

GODOY, I. J.; SAVY FILHO, A.; TANGO, J. S.; UNGARO, M. R. G.; MARIOTTO, P. R. **Programa Integrado de Pesquisas: oleaginosas.** São Paulo : SAA/CPA, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, 1985. 33 p.

GONDIM, D. M. C; BELOT, J. L; MICHEL, B. **Manual de identificação das pragas, doenças, deficiências minerais e injúrias do algodoeiro no estado do Paraná.** Cascavel: OCEPAR/CIRAD-CA, 1993.100 p. (OCEPAR. Boletim Técnico, 33).

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA (IICA). **Cadena agroindustrial del ajonjolí de Nicaragua.** Nicaragua, 2004. 91 p.

JOHN DEERE HARVESTER WORKS. **Sembradoras MaxEmerge 7200**: manual del operador. OMA 53055 Edición F2. Spanish. Deere & Company. Moline, 1992.

KANG, C. W. **Studies on flowering, capsule bearing habit and maturity by different plant types in sesame**. 1985. Dissertation (Thesis of Ph.D) - Korea University., Seoul, South Korea.

KIEHL, E. J. **Manual da edafologia**: relações solo-planta. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262 p.

KUROZAWA, C.; NAKAGAWA, J.; DOI, T.; MELLOTO, E. Comportamento de 13 cultivares de gergelim (*Sesamum indicum*) a *Cercospora sesami*, sua transmissibilidade pelas sementes e controle. **Fitopatologia Brasileira**, v.10, n.1, p.123-128, 1985.

LANGHAM D. G. Genetics of sesame. III. "Open Sesame" and mottled leaf. **J. Hered.** v. 37, p.149-152, 1946.

LANGHAM, D. G.; RODRÍGUEZ, M. **El ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) su cultivo, explotación y mejoramiento**. Caracas: MAC, Dep. de Genética, 1945. (Boletín n. 2).

LANGHAM, R. **Growth and development of sesame**. American Sesame Growers Association - ASGA. May, 2008. 44 p. Disponível em: <www.sesamegrowers.org> Acesso em: 10 out. 2008.

LANGHAM, R. **Sesame seed production**. Texas: Sesaco Corporation 1999. 16p.

LANGHAM, R.; SMITH, G.; WIEMERS, T.; RINEY, J. **Sudoeste sesame grower's**: aprilTexas: Sesaco Corporation 2006. 51p.

LANGHAM, R.; RINEY, J.; SMITH, G.; WIEMERS, T. **Sesame grower guide**: march 2008 Texas: Sesaco Corporation , 2008. 32 p. Disponível em: <www.sesaco.net/mecahanized-sesame.htm> Acesso em: 10 out. 2008.

LANGHAM, R.; WIEMERS, T. **Sesame Production in Texas**: january, 2007. Texas: Sesaco Corporation. Disponível em: <www.sesaco.net/mecahanized-sesame.htm> Acesso em: 10 out. 2008.

LANGHAM, R.; WIEMERS, T. Progress in mechanizing sesame in US through

breeding. In: JANICK, J.; WHIPCKEY, A. (Ed.) **Trends in new crops and new uses**. Alexandria: ASHS Press, 2002. p.157-173.

LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S. Gergelim (*Sesamum indicum* L.). Controle de doenças. In: VALE, F. X. R. do; ZAMBOLIM, L. (Ed.) **Controle de doenças de plantas: grandes culturas**. Viçosa: UFV/ Departamento de fitopatologia, 1997. v.1, p.483-493.

LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S.; AZEVEDO, D. M. P. de; SANTOS, J. W. dos; VIEIRA, R. de M. Efeito do Alachlor e do Benomyl no crescimento micelial e na germinação de esclerócios de *Macrophomina phaseolina* (Tass.) Goid., in vitro. **Revista Oleaginosas e Fibrosas**, v.1, n.1, p.73-79. 1997.

LIMA, E. F.; SOARES, J. J. Reação de cultivares de gergelim (*Sesamum indicum* L.) à cercosporiose, causada por *Cercospora sesami*. **Fitopatologia Brasileira**, v.17, n. 3, p. 343-344, 1992.

LAGO, A. A. do; SAVY FILHO, A.; BANZATTO, N. V.; CAMARGO, O. B. de A. Maturação e produção de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 134-137, 1994.

MALAGUTI, G. Enfermedades del follaje del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en Venezuela. **Revista Facultad Agronomía**, v. 7, n. 2, p.109-125, 1973.

MALAGUTI, G. Epifitias de "marchitez" por fusarium en ajonjolí. **Agronomía Tropical**, Maracay, v. 8, n. 4, p. 145-150, 1959.

MALAGUTI, G.; CICCARONE, A. Importance of brown angular leaf spot of sesame caused by *Cylindrosporium sesami* in Venezuela. **Phytopathology**, v. 57, n. 1, p. 7, 1967.

MARICONI, F.A .M. **As saúvas**. São Paulo: Agronômica Ceres,1990.167 p.

MAZZANI, B. **Investigación y tecnología de cultivo del ajonjolí em Venezuela**. Caracas: Conicit, 1999. 115 p. Edición del Consejo Nacional de investigaciones Científicas y Tecnológicas.

MAZZANI, B. **Pedaliáceas oleaginosas**. (Ed.). Cultivo y mejoramiento de plants oleaginosas. Caracas: Centro Nacional de Investigaciones Agropecuárias, 1983. p.169-226.

MAZZANI, B.; ALLIEVI, J. Efectos de diferentes épocas de cosecha sobre los rendimientos y algunas características de la semilla de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.). **Agronomía Tropical**, Maracay, v. 16, n. 3, p. 223-228, 1966.

MAZZANI, H.; HOROVITZ, S. Base genética del mejoramiento del *Sesamum indicum* L. de frutos indehiscentess. **Agronomía Tropical**, Venezuela, v. 2, n. 3, p. 197-205, 1952.

MAZZANI, H.; LAYRISSE, H. Características químicas del grano de cultivares de ajonjolí seleccionados de la colección venezolana de germoplasma. **Agronomía Tropical**, Caracas, v. 48, n.1, p. 5-18. 1998.

MAZZANI, B.; NAVA, C.; MALAGUTI, G.; MONTILLA, D.; URDANETA, R. Major diseases of sesame and sources of reistance in Venezuela. **FAO Plant Production and Protection Paper**, v. 29, p. 69-70, 1981.

MAZZANI, B.; NAVA, C.; MARTINEZ, A.; LAYRISSE, A.; RIVAS, N.; MALAGUTI, G. Incorporación de la resistencia a phytptora y macrophomina a la variedad de ajonjolí "Aceitera". **Agronomía Tropical**, v. 5, n. 1, p. 11-21, 1975.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. Bern: International Potash Institute, 1979. 593 p.

MINISTÉRIO DE SAÚDE. **Japão tem mais de 32 mil centenários, diz governo**. Pesquisa publicada em 14/9/2007. Disponível em: < www.ipcdigital.com/noticia.asp?descrIdioma=br&codNoticia=9915-61k >. Acesso em: 05 jun 2008.

MOLLER, E. **Alimentos saludables de la a a la z**. Ciudad de México: Grijalbo Mondadori, 2006. 317 p.

MONTILLA, D.; MAZZANI, B. Estimación de pérdidas de semillas en la cosecha mecánica del ajonjolí. **Agronomía Tropical**. v. 16, p.209-211, 1966.

MONTILLA, D.; MAZZANI, B.; CEDEÑO, T. Mejoramiento genettico del ajonjoli (*Sesamum indicum* L.) reseña y logros en Venezuela. In: IICA. **VI Curso corto tecnologia de la produccion de ajonjoli**. Acarigua, Venezuela, 1990. p. 1-67.

MORENO, A. **Efecto de las barreras rompeviento sobre el ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en los Llanos Occidentales de Venezuela.** Maracay: U.C.V. Fac. de Agronomía, 1985. 80 p.

OPLINGER, E. S.; PUTNAM, D. H.; KAMINSKI, A. R.; HANSON, C. V.; OELKE, E. A.; SCHULTE, E. E.; DOLL, J. D., **Sesame.** Alternative Field Crops Manual. May, 1990. Disponível em: <www.hort.purdue.edu/newcrop/articles/sesame.html>. Acesso em: 05 jun. 2008.

ORELLANA, R. G. Leaf spot of sesame caused by *Cylindrosporium sesami*. **Phytopathology**, v. 51, p. 89-92, 1961.

PARENTE, E. J. de S. **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado.** Fortaleza: Tecbio 2003, 68 p.

PEREZ P. N.; GONZALEZ, G. Uso de desecantes en ajonjolí indehiscente (*Sesamum indicum*). **Jornadas Agronómicas 7á**, Acarigua, Araure, 1970.

PINEDA, J. B.; AVILA, J. M. Alternativas para controlar algunas enfermedades del ajonjolí (*Sesamum indicum*). In: IICA. **VI Curso corto tecnologia de la produccion de ajonjoli.** Acarigua, Venezuela, 1990. p.121-123.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente.** 2. ed. Brasília: [s.n.], 1985. 289p.

PRIMAVESI, O. A. **A compactação de solos agrícolas.** Piracicaba: POTAFOS, 1985. 3 p. (POTAFOS. Informações agrônômicas, 29).

QUEIROGA, V. de P.; ARRIEL, N. H. C.; BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, O. R. R. da; GONDIM, T. M. de S.; FIRMINO, P. de T.; CARTAXO, W. V.; SILVA, A. C.; VALE, D. G.; NÓBREGA, D. A. **Cultivo Ecológico do Gergelim: alternativa de produção para comunidades de produtores familiares da região semi-árida do Nordeste.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007. 53 p. (Embrapa Algodão. Documentos, 171).

QUEIROGA, V. de P.; BELTRÃO, N. E. de M. **Produção de sementes.** In: BELTRÃO, N. E. de M.; VIEIRA, D. J. (Coord.). O agronegócio do gergelim no Brasil. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 285-301.

QUEIROGA, V. de P.; DURAN, J. M.; SANTOS, J. W. dos; QUEIROGA, D. A. N. Efeito do recobrimento de sementes de algodão sobre sua qualidade

fisiológica. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.11, n. 3, p.131-137, set./dez. 2007.

QUEIROGA, V. de P.; GONDIM, T.M. de S.; VALE, D. G. D.; GEREON, H. G. M.; MOURA, J. DE A.; SILVA, P. J. da; SOUZA FILHO, J. F. de. **Produção de gergelim orgânico nas comunidades de produtores familiares de São Francisco de Assis do Piauí**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 127 p. (Embrapa Algodão. Documentos, 190).

RAM, R.; CATLIN, D.; ROMERO, J.; COWLEY, C. **Sesame**: new approaches for crop improvement. In: JANICK, J.; SIMON, J. E. (Ed.). *Advances in new crops*. Portland : Timber Press, 1990. p. 225-228.

RAMACHANDRA, B. S.; SHAMANTHAKA SASTRY, M. C.; SUBBA RAO, L. S. Process development studies on wet dehulling and processing of sesame seed to obtain edible protein concentrates. **Journal of Food Science and Technology**. v. 7, n. 3, p.127-131, 1970.

RINCÓN, C. A.; SILVA, L. C. Evaluación de variedades de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en época de lluvia en la mesade Guanipa, Edo, Anzoategui, Venezuela. **Agronomía Tropical**, Maracay, v. 43, n. 3/4, p. 127-143, 1993.

SAAD, O. Equipamentos para aplicação de herbicidas. In: CAMARGO, P. N. de (Coord.). **Texto básico de controle químico de plantas daninhas**. 4. ed. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 1972. p. 271-296.

SANTOS, R. V. dos; HERNANDEZ, F. F. F. Recuperação de solos afetados por sais. In: CHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. E. (Ed.). **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB, 1997. p. 319-361.

SAVY FILHO, A. **Cultura do gergelim**. Centro de Grãos e Fibras/Oleaginosas. Setembro, 2008. Disponível em: <<http://herbario.iac.sp.gov.br/cultivares/Folders/Gergelim/IACouro.htm>>. Acesso em: 14 Out. 2008.

SAVY FILHO, A.; BANZATTO, N. V.; VEIGA, R. F. de A. **Descrição morfológica do gergelim (*Sesamum indicum* L.) 'IAC Ouro'**. Campinas : Instituto Agrônomo, 1988. 12 p. (IAC. Boletim Científico, 13).

SAVY FILHO, A.; CAMARGO, O. B. de A.; BANZATTO, N. V. Gergelim (*Sesamum indicum* L.). In: FAHL, J. I.; CAMARGO, M. B. P. de; PIZZINATO, M. A.; BETTI, J. A.; MELO, A. M. T. de; DEMARIA, I. C.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. 6. ed. Rev. atual. Campinas : Instituto Agrônômico, 1998. 396 p. (Boletim, 200).

SHAMANTHAKA, S. M. C.; SUBRAMANIAN, N.; RAJAGO LAPAN, R.. Studies on the wet dehulling of sesame seed to obtain superior grade protein concentrates. **Journal of the American Oil Chemists' Society**. v. 46, p. 592-596, 1970.

SEVERINO, L. S.; PALMA, H.; ANHALT, J.; ALBUQUERQUE, I. C. de; PARENTE JÚNIOR, E. **Produção de biodiesel e geração de energia elétrica a partir de óleo de mamona em Quixeramobim, CE**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 26 p. (Embrapa Algodão. Documentos, 136).

SILVA, O. R. R. F. da; CARVALHO, O. S.; BELTRÃO, N. E. de M. **Máquinas para o Plantio**. In.: BELTRÃO, N. E. de M.; VIEIRA, D. J.(Ed.). O agronegócio do gergelim no Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica;Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001, p. 133-148.

SOARES, F. P.; PAIVA, R.; NOGUEIRA, R. C.; OLIVEIRA, L. M. de; PAIVA, P. D. de O.; SILVA, D. R. G. Cultivo e usos do nim (*Azadirachta indica* A. Juss). **Boletim Agropecuário**, Lavras, n. 68, p.1-14, 2003.

SUAREZ. A. C. **Evaluación de la siembra de ajonjolí (*Sesamun indicum* L.) en diferentes condiciones de labranza con semillas normales y piloradas**. 1995. 152 f. Disertación (Tesis Doctoral) - Universidad Politécnica de Madrid. Departamento de Ingeniería.

SOAREZ, P. A. Z. **Produção de biodiesel na fazenda**. Viçosa: Centro de Produções Técnicas-CPT., 2006. 220 p. (Série Agroindústria).

TOVAR, M. D.; BOLICAR, L. R. ANDRADE, B. M. Evaluación de insecticidas sintéticos y biológicos para el control de *Antigastra catalaunalis* en ajonjolí. **Manejo Integrado de Plagas**, v.58, p.121-127, 2000.

URDANETA, U. R.; BAUER, L. I. Pudricion del cuello y tallo del ajonjolí por *Macrophomina phaseoli* en diferentes regiones de México. **Agrociência**, Chapingo, México, v. 43, p.71-79, 1981.

URDANETA, R.; MAZZANI, B. Efecto de la aplicacion de reglone sobre el secado y rendimiento del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.). **Agronomía Tropical**. v. 28, n. 5, p. 463-471, 1978.

VIEIRA, F. V.; ALVES, J. F.; CARMO, C. M. do; MATTOS, S. H. Efeitos de inseticidas organossintéticos sobre a lagarta enroladeira do gergelim, *Antigastra catalaunalis* (DUP) (Lepidoptera, Pyralidae). **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.16, p. 83-89, 1986.

VILLAS BOAS, G. L.; FRANÇA, F. H.; ÁVILA, A. C. de; BEZERRA, I. C. **Manejo integrado da mosca-branca *Bemisia argentifolii***. Brasília: EMBRAPA CNPH, 1997. 11p. (EMBRAPA CNPH. Circular Técnica, 9).

WEISS, E. A. Sesame. In: WEISS, E. A. (Ed.). **Oilseed crops**. London: Longman, 1983. p. 282-340.

WEISS, E. A. **Castor, sesame and safflower**. London : Leonard Hill, 1971. 901 p.

YERMANOS, D. M. Sesame. In: FEHR, W. R.; HADLEY, H. H. (Eds.) **Hybridization of crop plants**. Madison: ASA, 1980. p.549-563.

YOSHIDA, H.; TAKAGI, S. Effect of seed roasting temperature and time on the quality characteristics of sesame (*Sesame indicum*) oil. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 75, n.1, p. 19-26, 1997.

Embrapa

Algodão

**Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento**

